

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Соколов Богдан Васильевич

**Геоэкологическая оценка состояния рекреационных зон южных районов Санкт-Петербурга**

Магистерская диссертация

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:  
д.б.н., проф. Мовчан В. Н.

---

«\_\_»\_\_\_\_\_2016

Заведующий кафедрой :  
д.б.н., проф. Мовчан В. Н.

---

«\_\_»\_\_\_\_\_2016

Санкт-Петербург  
2016

<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Литературный обзор.....</b>	<b>6</b>
1.1. Экологические проблемы малых городов.....	6
1.2. Рекреационные зоны малых городов.....	8
1.3. Современное состояние рекреационных зон городских районов.....	13
<b>Глава 2. Физико-географическая характеристика объектов исследования.....</b>	<b>17</b>
2.1. Колпино.....	18
2.2. Металлострой.....	20
2.3. Пушкин.....	20
2.4. Территории пробоотбора.....	21
<b>Глава 3. Пробоотбор и пробообработка.....</b>	<b>25</b>
3.1. Материалы и методы лабораторных исследований.....	25
3.2. Загрязнение атмосферного воздуха автотранспортом.....	32
<b>Глава 4. Результаты исследований и их обсуждение.....</b>	<b>37</b>
4.1. Определение pH почвы.....	37
4.2. Определение подвижных форм тяжелых металлов.....	38
4.3. Анализ почвы на содержание сульфатов.....	47
4.4. Определение целлюлозолитической активности почв.....	52
4.5. Определение величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортом.....	56
<b>Глава 5. Выводы.....</b>	<b>68</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>75</b>
<b>Список использованной литературы и Интернет-ресурсов.....</b>	<b>76</b>

## **Введение**

Урбанизация, являясь естественным процессом развития социально-экономических отношений, ставит перед человечеством ряд различных задач в сфере антропогенного воздействия на окружающую среду. Одна из наиболее сложных – локальная концентрация негативных антропогенных факторов. Результатом сложного комплексного воздействия различных факторов, являются серьезные изменения естественной природной среды: ландшафтные изменения, климатические аномалии, загрязнение педосферы, гидросферы, атмосферы, негативные воздействия на биоту.

Современные города, выступая центрами сосредоточения населения, промышленности, транспорта, коммуникаций являются также центрами комплексных воздействий, обуславливающих деградации ландшафтов и интенсивное загрязнение окружающей среды. Большая селитебная и транспортная нагрузка изменяет гидрологический режим территории, снижает геохимическую активность ландшафтов, снижает жизнеспособность и устойчивость растительного покрова к возрастающим нагрузкам.

Геоэкологические проблемы охватили все урбанизированные территории, включая и небольшие по площади средние и малые города, доля которых в России составляет 70-80%.

Однако, внутри средних и малых городов встречаются территории, явно отличающиеся от крупных центров своей природной составляющей. В них в большей степени сохранились естественные формы рельефа, открытые водоемы и водотоки, растительность и др. Соответственно, они требуют более пристального внимания с целью защиты и сохранения качества среды от негативного воздействия процесса урбанизации для более комфортного проживания населения.

Возрастание антропогенного воздействия на окружающую среду приводит к негативным изменениям структуры, продуктивности и функционирования экосистем и биосферы в целом. Особое значение приобретает информация об уровнях загрязнения, характере и интенсивности ответной реакции биологических объектов на влияние токсикантов.

Компоненты системы озеленения современного города - не только эстетически ценная инфраструктура, но и фактор оздоровления окружающей среды, который вносит вклад в очистку воздуха от загрязнителей, обогащение его кислородом и фитонцидами. Достаточно крупные по площади рекреационные зоны и парки могут выступать в качестве рефугиумов для многих видов местных растений, в том числе охраняемых, и

даже животных достаточно толерантных к условиям городской среды.

С другой стороны, территория зеленых зон и парков города, в разной степени подверженная рекреационному прессу и загрязнению среды, может использоваться в качестве полигона мониторинга, в качестве дополнения к физико-химическому контролю качества городской среды. Оценка состояния рекреационных зон важна как для отслеживания изменений качества условий урбосреды, так и сама по себе, позволяя отслеживать рекреационную нагрузку и способность таких зон к самовосстановлению.

Оценка геоэкологического состояния территорий необходима для рационального использования природных ресурсов и создания наиболее благоприятных условий для проживания населения, а также сохранения здоровья человека. Оценка масштабов антропогенного воздействия, является важным этапом, необходимым для оптимизации взаимоотношений между обществом и окружающей природной средой.

Геоэкологическая оценка проводится на основании ряда критериев, которые характеризуют состояние отдельных компонентов окружающей среды, это позволяет определить источники или факторы, негативно воздействующие на экологическую обстановку.

Актуальность исследования по выбранной теме связана с рассмотрением угрозы для населения и биоты, изучением влияния внешних и внутренних факторов на выбранные объекты и их сравнения между собой с целью выявления проблем экологического планирования и оптимизации качества городской среды.

**Объект исследования** – территория рекреационных зон, городов Пушкин, Колпино и селитебная зона муниципального образования Металлострой.

**Предмет исследования** – экологическое состояние рекреационных зон, урбанизированных территорий.

**Цель исследования** – оценить геоэкологическое состояние среды рекреационных территорий городов-спутников Санкт-Петербурга на основании нарушения геосистем, а именно – состояния почвенного покрова. Для этого необходимо было решить следующие задачи:

- 1) Провести анализ литературных источников по мониторингу и оценке состояния городских территорий и рекреационных зон урбанизированных территорий.
- 2) Провести отбор образцов (проб) объектов ОС и проанализировать полученные результаты.

- 3) Изучить пространственное распространение содержания поллютантов в исследованных пробах относительно ближайших источников техногенных возмущений.
- 4) Сравнить полученные результаты между собой.
- 5) Оценить состояние рекреационных зон на основании степени геоэкологического неблагополучия.

**Научная новизна работы.** Проанализированы содержание тяжелых металлов и сульфатов, в почвенном покрове территории Нижнего парка города Пушкин, Колпинского парка на острове Чухонка и полуострове, а также почвенном покрове территорий рекреационного назначения, внутриквартального озеленения и зеленых насаждений общего пользования селитебной зоны МО Металлострой.

Исследована целлюлозолитическая способность отобранных проб почвы, с целью определения её биологической активности.

**Практическая значимость работы.** Результаты полученных исследований можно использовать для дальнейшего мониторинга состояния почвенного покрова, рекреационных зон урбанизированных территорий, южных районов города Санкт-Петербург.

## **Глава 1. Литературный обзор**

В современных условиях урбанизированные территории испытывают постоянное техногенное воздействие (от умеренного до интенсивного), негативно сказывающееся на состоянии окружающей природной среды.

Санкт-Петербург является вторым по величине городом России с многолетней историей развития многопрофильной промышленности, многочисленными научными учреждениями и центрами, что, несомненно, сказалось на состоянии окружающей природной среды города. Геоэкологические проблемы входящих в состав Санкт-Петербурга малых городов и городов-спутников весьма разнообразны и определяются, как, природной обстановкой так и - планировочными решениями, их реализацией эксплуатацией и застройкой городских территорий.

### **1.1. Экологические проблемы малых городов**

Малый город - это районный центр областного, краевого или республиканского подчинения; в подавляющем большинстве случаев это город или (очень редко) поселок городского типа.

Малые города зачастую функционально дополняют экономическую базу региональных центров, развиваясь как транспортно-распределительные центры, специализированные центры науки и научного обслуживания, в них размещены филиалы или подразделения предприятий крупных центров. Цель развития малых и средних городов - удовлетворение потребностей населения, улучшение качества жизни, оптимизация городской среды.

Основным фактором жизнедеятельности городов, оказывающим негативное воздействие на природную среду, является фактор загрязнения. Под загрязнением понимается привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических, механических или информационных агентов или превышение в рассматриваемое время среднемноголетнего уровня вышеперечисленных агентов, нередко приводящее к негативным последствиям (ГОСТ 30772-2001).

Основными источниками антропогенного загрязнения окружающей среды являются: тепловые электростанции (27%), предприятия черной (24%) и цветной (10,5%) металлургии, нефтехимической промышленности (15,5%), строительных материалов (8,1%), химической промышленности (1,3%), автотранспорта (13,3%).

Необходимо отметить, что доля автотранспорта в загрязнении приземных слоев атмосферы непосредственно на городских территориях достигает 90% и более за счет того, что промышленные выбросы поступают в атмосферу на значительной высоте (60 м и более) и рассеиваются воздушными потоками по большой площади. (Зарина Л. М., 2011)

Влияние очагов загрязнения распространяется далеко за их пределы благодаря переносу загрязняющих веществ поверхностными водами и воздушными потоками. Прямое негативное воздействие городов на все природные оболочки Земли в ряде случаев проявляется в радиусе 60–100 км и более.

Можно выделить несколько видов загрязнения окружающей среды: физическое загрязнение, которое связано с изменениями физических параметров среды и подразделяется на тепловое, шумовое, световое, электромагнитное, вибрационное и др.; химическое загрязнение, т.е. изменение естественно-химических свойств среды, проникновение в нее веществ, отсутствовавших ранее.

К числу химических загрязнителей относятся: соединения серы, углерода, азота, углеводороды, летучие органические соединения, тяжелые металлы, хлор, бром, фосфор, моющие средства, пестициды, нитраты и др.;

биологическое загрязнение, приводящее к изменению биологических параметров среды, здесь можно выделить биотическое, микробиологическое загрязнения и генную инженерию; механическое загрязнение, возникающее в результате выбросов пыли, сажи, скопления бытового и промышленного мусора;

радиационное загрязнение, т.е. превышение естественного радиационного фона, причинами которого могут стать: утеря или бесконтрольный выброс препаратов и отходов промышленных, медицинских и научных организаций, использующих радиоактивные вещества; глобальные выпадения радионуклидов из атмосферы, попавших туда в результате проведения ядерных испытаний и аварий на различных ядерных объектах; выход на дневную поверхность горных пород с повышенным содержанием естественных радиоактивных элементов; применение в строительстве природных материалов (гранит, щебень, песок и др.) с повышенным содержанием естественных радионуклидов; локальные выпадения из атмосферы радионуклидов, являющихся продуктами неполного сгорания углеводородного топлива и др.;

информационное загрязнение, к которому относятся, например, звуковое загрязнение, мешающее восприятию полезных сигналов и угнетающее психику;

световое загрязнение, вызывающее сбой биоритмов растений и животных; зрительное загрязнение, рассеивающее внимание и не позволяющее принимать правильные решения; загрязнение, связанное с изменениями температурного режима (например, длительная оттепель зимой, которая вызывает распускание почек на растениях) и др.

В этом контексте любые города, являются источником загрязнения.

Оценка геоэкологического состояния малых городов при существующем уровне техногенной нагрузки на геоэкосистемы должна основываться на определении степени измененности таких природных компонентов, как геологическая среда, почвенный покров, атмосферный воздух, природные воды, растительный и животный мир, а также на оценке состояния здоровья городского населения.

Противоречия, осложняющие оптимизацию экологических условий городской среды формируются между: планировочными подходами, требующими сближения производств и селитебных зон, сокращения буферных и рекреационных территорий; многосторонними и не всегда совпадающими социальными потребностями горожан, позициями строительных фирм, интересы которых во многом определяются близостью или отдаленностью существующих коммуникаций, транспортной доступностью участков отведенных под застройку, а также стоимостью земли, диспропорцией имущественного обеспечения горожан.

Расползание городов вызывает: сокращение сельскохозяйственных угодий; интенсификацию использования энергетических ресурсов, вплоть до их истощения; ухудшение состояния воздушной среды; деградацию водных ресурсов; утрату и сокращение мест отдыха, а также зеленых массивов внутри и по периферии городов; возникновение и воздействие на организм человека электромагнитных излучений; изменение микроклиматических условий; осложнение инженерных геоэкологических условий развития и эксплуатации города, жилых и промышленных зданий, сооружений и инженерных систем, активизация и появление многих новых, не свойственных данной местности, инженерно-геологических процессов, осложнение зооэкологической обстановки; осложнение санитарно-гигиенической и эпидемиологической обстановки; возникновение и усиление социальной напряженности.

## **1.2. Рекреационные зоны малых городов**

Ландшафт - территориальная система, состоящая из взаимодействующих природных или природных и антропогенных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга.



Ландшафтно-рекреационные территории - озелененные территории, основной функцией которых является организация отдыха населения -городские и сельские парки, озелененные места отдыха в жилой застройке, урбанизированные рекреационные территории - центры развлечений, аттракционов, другие объекты, выполняющие рекреационные функции, но не всегда включающие озелененные территории.

По функциональному назначению можно выделить следующие зоны:

- 1) многофункциональные (многофункциональные парки, центры отдыха и развлечений и другие)
- 2) специализированные (детские, спортивные (физкультурно-оздоровительные), выставочные, зоологические, ботанические (дендрологические) парки, аквапарки и другие).

Типология загородных территориальных рекреационных образований включает:

- 1) рекреационные зоны, включающие рекреационные учреждения и комплексы;
- 2) загородные парки, лесопарки, лугопарки, рекреационные леса и водоемы.

По значимости выделяются следующие территориальные рекреационные зоны:

- 1) национального значения (формирующиеся на основе наиболее ценных природных рекреационных ресурсов и предназначена для организации преимущественно длительного (в период отпусков и каникул) загородного отдыха и оздоровления населения, туризма, в том числе и международного. Ее основу составляют курорты, зоны отдыха и туризма национального (республиканского) значения.)
- 2) регионального значения (формируются для организации длительного и кратковременного загородного отдыха (с ночлегом) населения в зонах влияния больших городов, испытывающих большую потребность в рекреационных территориях.
- 3) местного значения (предназначены для организации кратковременного отдыха населения в выходные и будние дни в поселениях и их ближайшем окружении (в зоне 0,5-часовой транспортной доступности). Они включают внутригородские и пригородные рекреационные территории - парки, лесопарки, центры отдыха и развлечений, рассчитанные на массовые посещения отдыхающих.)

По функциональному назначению выделяются курорты (санаторно-курортное лечение), зоны отдыха (отдых в природном окружении), зоны и центры туризма (познавательный, экологический, спортивный и другие виды туризма).

Подсистема санаторно-курортного лечения формируется на основе природных комплексов, обладающих лечебными ресурсами. Подсистема оздоровительного отдыха формируется на основе природных комплексов, благоприятных для организации круглогодичных видов загородного отдыха.

Подсистема туризма формируется на основе как историко-культурных, так и природных ресурсов.

В состав рекреационных зон могут включаться зоны в границах территорий, занятых городскими лесами, скверами, парками, городскими садами, прудами, озерами, водохранилищами, пляжами, а также иные территории, используемые и предназначенные для отдыха, туризма, занятий физической культурой и спортом.

В пределах границ городских округов и поселений могут выделяться зоны особо охраняемых территорий, в которые включаются земельные участки, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное особо ценное значение.

На территории рекреационных зон не допускаются строительство новых и расширение действующих промышленных, коммунально-складских и других объектов, непосредственно не связанных с эксплуатацией объектов рекреационного, оздоровительного и природоохранного назначения.

На особо охраняемых природных территориях рекреационных зон любая деятельность осуществляется согласно статусу территории и режимам особой охраны в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов.

В составе рекреационных зон могут выделяться озелененные территории общего пользования, зоны массового отдыха и курортные, зоны особо охраняемых природных территорий и расположенные на них объекты, а также зоны садово-дачной застройки, если их использование носит сезонный характер и по степени благоустройства и инженерного оборудования они не могут быть отнесены к жилым зонам.

Рекреационные зоны формируются на землях общего пользования (парки, сады, скверы, бульвары и другие озелененные территории общего пользования); на землях особо охраняемых природных территорий (биосферный резервант ЮНЕСКО, государственные природные заповедники, в том числе биосферные, государственные

природные заказники (охотничьи, ландшафтные, гидрологические, зоологические и комплексные), памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады, охранный зона заповедника); землях историко-культурного назначения (объектов культурного наследия (памятников истории и культуры), музеев и т. п.), землях лесного фонда (городские леса, защитные леса).

Рекреационные зоны, сформированные на землях общего пользования городских округов и поселений, расчленяют территорию населенных пунктов на планировочные части. При этом должны соблюдаться соразмерность застроенных территорий и открытых незастроенных пространств и обеспечиваться удобный доступ к рекреационным зонам. (СП 42.1330.2011)

В населенных пунктах необходимо предусматривать непрерывную систему озелененных территорий общего пользования и других открытых пространств в увязке с природным каркасом.

Рекреационные зоны необходимо формировать во взаимосвязи с пригородными зонами, землями сельскохозяйственного назначения, создавая взаимоувязанный природный комплекс городских округов и поселений.

Рекреационные зоны включают в себя не только элементы городской среды (земли общего пользования), но и специализированные пространства с элементами природной и урбанизированной среды, обладающие ценными экологическими и эстетическими свойствами, объектами культурного наследия, обладающие исторической и художественной ценностью, а также природными лечебными факторами, которые могут использоваться для организации различных видов туристско-рекреационной деятельности. Они образуют территориальные рекреационные системы с различной рекреационной специализацией. (СП 42.1330.2011)

Озелененные территории общего пользования – объекты градостроительного нормирования – представлены в виде городских парков, садов, скверов, бульваров, набережных, других мест кратковременного отдыха населения и территорий зеленых насаждений в составе жилой, общественной, производственной застройки, в том числе площадки различного функционального назначения, участки жилой, общественной, производственной застройки, пешеходные коммуникации, улично-дорожная сеть населенных пунктов, технические зоны инженерных коммуникаций.

Удельный вес озелененных территорий различного назначения в пределах застройки населенного пункта (уровень озелененности территории застройки) должен

быть не менее 40 %, а в границах территории жилого района не менее 25 %, включая суммарную площадь озелененной территории квартала (микрорайона). (СП 42.1330.2011)

В населенных пунктах с предприятиями, требующими устройства санитарно-защитных зон шириной более 1 000 м, уровень озелененности территории застройки следует увеличивать не менее чем на 15 %.

Общая площадь озелененных и благоустраиваемых территорий квартала (микрорайона) жилой застройки формируется из озелененных территорий в составе участка жилого дома (комплекса) и озелененных территорий общего пользования. В площадь озелененных и благоустраиваемых территорий включается вся территория квартала (микрорайона), кроме площади застройки жилых зданий, участков общественных учреждений, а также проездов, стоянок и физкультурных площадок. В площадь отдельных участков озелененных территорий включаются площадки для отдыха и игр детей, пешеходные дорожки, если они составляют не более 30 % общей площади участка.

Парк – озелененная территория многофункционального или специализированного направления рекреационной деятельности с развитой системой благоустройства, предназначенная для периодического массового отдыха населения.

Бульвар и пешеходные аллеи представляют собой озелененные территории линейной формы, предназначенные для транзитного пешеходного движения, прогулок, повседневного отдыха.

Городской сад представляет собой озелененную территорию с ограниченным набором видов рекреационной деятельности, предназначенную преимущественно для прогулок и повседневного отдыха населения, площадью, как правило, от 3 до 5 га.

Сквер представляет собой компактную озелененную территорию, предназначенную для повседневного кратковременного отдыха и транзитного пешеходного передвижения населения, размером, как правило, от 0,5 до 2,0 га.

В рекреационную зону включаются также озелененные территории ограниченного пользования и специального назначения, которые выполняют средозащитные и рекреационные функции, в том числе:

- озелененные территории ограниченного пользования – территории с зелеными насаждениями ограниченного посещения, предназначенные для создания благоприятной окружающей среды на территории предприятий, учреждений и

организаций;

- озелененные территории специального назначения – территории с зелеными насаждениями, имеющие специальное целевое назначение (санитарно-защитные и др.), или озеленение на территориях специальных объектов с закрытым для населения доступом.

Уровень озелененности территорий таких объектов должен составлять не менее 20 %. (СП 42.1330.2011)

### **1.3. Современное состояние рекреационных зон городских районов**

Зеленые насаждения, расположенные в городской черте находятся под постоянным воздействием антропогенных факторов. В качестве основных факторов экологического воздействия указываются загрязнение воздушного бассейна и, как следствие, деградация растительного покрова и загрязнения почвы, как депонирующей среды. (Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды РФ. 2008).

На территории Санкт-Петербурга находится более 1900 объектов зеленых насаждений общего пользования, в том числе: 215 бульваров (1003,9 га), 7 набережных (6,4 га), 59 парков (3193,8 га), 160 садов (658,9 га), 689 скверов (1027,7 га), 787 озелененных улицы (1207,2 га) и 8 объектов прочего озеленения (140,8 га).

Городская среда отличается от естественной по степени и характеру воздействия ряда факторов. По своему строению биоценозы городских насаждений очень разнообразны: от достаточно сложных, приближенных к биоценозам естественных пригородных лесов (лесопарки, парки, ботанические сады) до самых упрощенных по своей структуре и составу (уличные аллеи, посадки).

Анализ состояния атмосферного воздуха по данным постов автоматизированной системы мониторинга (АСМ), вблизи которых расположен ряд исторических парков Санкт-Петербурга, показал наличие превышений среднегодовых значений экологических нормативов. При этом среднегодовой уровень качества атмосферного воздуха с учетом гигиенических нормативов практически не превышен. Состояние зеленых насаждений ряда зеленых зон города по данным мониторинга, проводимого различными службами, оценивается как ослабленное или умеренно нарушенное. (Идашкина А.М., 2013)

Исторические парки и особо охраняемые природные территории, расположенные в пределах и вблизи городских территорий, подвержены негативному влиянию высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха, обусловленного

деятельностью промышленных предприятий и автотранспорта.

**Таблица 1. - Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха (ПДКс.с.) на территориях зеленых зон Санкт-Петербурга по данным АСМ с учетом экологических нормативов качества атмосферного воздуха. (Идашкина А.М., 2013)**

№ станц ии	Адрес станции	Ближайшая к станции зеленая зона	Наименование загрязняющего вещества		Состояние Зеленой зоны
			Азота диоксид	Серы диоксид	
			ПДК э.п ПДК г.п		
1	ул. Профессора Попова, 48	Вяземский сад	<u>2,2</u> 1,1	<u>0,7</u> 0,2	Ослабленное
2	Колпино, ул. Красная	Бульвар на ул. Красной	<u>1,2</u> 0,6	-	Ослабленное
5	пр. Маршала Жукова, д. 30, к.3	Бульвар на. ул. Морской Пехоты	<u>2,0</u> 1,0	-	Ослабленное
6	В.О., Вёсельная ул., д. 6	Линейные насаждения Наличной улицы	<u>1,8</u> 0,9	<u>0,7</u> 0,2	Деградированные ЗН
7	ул. Шпалерная, д. 56	Бульвар на Фурштадской ул.	2,0	-	Повреждение крон липы
8	Пр. Королева д.36	Бульвар. На ул. От Планерной до ул.Королева	<u>1,4</u> 0,7	-	Ослабленное
14	г. Зеленогорск, пляж "Золотой"	Зеленогорский парк культуры и отдыха	<u>0,6</u> 0,3	<u>0,3</u> 0,1	Умеренно нарушенные ЗН
15	г. Кронштадт, ул. Ильмянинова, д. 4	Петровский парк	<u>1,0</u> 0,5	<u>0,3</u> 0,1	Умеренно нарушенные ЗН
16	ул. Севастьянова, д. 11	Московский парк Победы	<u>1,8</u> 0,9	<u>0,7</u> 0,2	Ослабленное
17	г. Пушкин, Тиньков пер., д. 4	Екатерининский парк, Александровский парк	<u>1,2</u> 0,6	-	Умеренно нарушенные ЗН
21	Г. Ломоносов ул.Федюнинского д.3.	Дворцово-парковый ансамбль	<u>0,8</u> 0,4	<u>0,3</u> 0,1	Умеренно нарушенные ЗН

Формирование почвенного покрова парков определяется сочетанием природных

и антропогенных факторов. Санкт-Петербургу и его окрестностям свойственен прохладный влажный климат, соответствующий южной подзоне тайги. Характер рельефа и почвообразующие породы различаются в разных частях города. Исторический центр представляет собой террасированную низменную Приморскую равнину, сложенную с поверхности морскими песками и супесями. Далее вдоль Невы простирается Приневская низменность, сложенная осадками озерно-ледникового генезиса, среди которых преобладают ленточные глины. Парки Петродворца расположены на Предглинтовой низменности, ступенчато поднимающейся от побережья залива к Ижорской возвышенности. Почвы здесь формируются в основном на моренных суглинках, а в пределах полосы низменного побережья — на морских песках. Парки Гатчины, Пушкина, Павловска находятся непосредственно на Ижорской возвышенности и частично также на Предглинтовой низменности, рельеф здесь также в основном равнинный, но почвообразующие породы разнообразны и нередко обогащены карбонатным материалом. (Бахматова, 2012)

Степень антропогенной трансформации почвенного покрова в парках зависит от их местоположения и исторических особенностей. В городских парках, садах и скверах распространены в основном антропогенные почвы — урбостратоземы, подстилаемые или погребенной нативной почвой или почвообразующей породой. Урбостратоземы состоят из ряда насыпных гумусированных горизонтов, с включением заметного количества артефактов — строительного мусора, осколков керамики и стекла и т.д. В центре города, на объектах с малой площадью присутствуют только антропогенные почвы, насыпная толща которых насыщена артефактами, в ней нередко встречаются сплошные слои строительного мусора, погребенные мостовые и т. п. Для этих почв характерны нейтральная или щелочная реакция, повышенное содержание органического вещества, доступных растениям форм фосфора и калия. (Бахматова, 2012)

Почвы городских парков обычно загрязнены тяжелыми металлами, содержание которых превышено не только в поверхностных горизонтах, но и по всей насыпной толще, в некоторых случаях достигая критических значений.

Для пригородных парков и лесопарков характерна высокая доля естественных почв в структуре почвенного покрова (так, в большинстве парков Петергофа доля антропогенных почв составляет не более 25-30%) и преобладание почв, не загрязненных или в слабой степени загрязненных тяжелыми металлами. (Бахматова, 2012)

На основании результатов исследований качества почв, выполняемых РГЭЦ на

территории города, следует, что для Санкт-Петербурга наиболее остро стоит проблема загрязнения почв свинцом, цинком и кадмием, для которых из года в год выявляется соответственно 70%, 60% и 50% проб с превышением нормативов. В зависимости от района, от 1 до 18% проб характеризуются 5-кратным превышением ОДК.

**Таблица 2. Выявленные пробы с превышением ПДК и ОДК тяжелых металлов.** (Сорокин Н.Д., Королева Е.Б., 2012)

Элементы	всего  проб	в том числе							
		<ПДК		1-2 ПДК		2-5 ПДК		>5 ПДК	
		проб	%	проб	%	проб	%	проб	%
Всего по Санкт-Петербургу									
Hg	885	876	99	9	1	-	-	-	-
Pb	885	266	30	207	23	255	29	157	18
Cd	885	442	50	164	19	153	17	126	14
Zn	885	343	39	220	24	166	19	156	18
В том числе:									
Рекреационные зоны									
Hg	79	79	100	-	-	-	-	-	-
Pb	79	5	6	22	28	37	47	15	19
Cd	79	59	75	11	14	9	11	-	-
Zn	79	19	24	33	42	14	18	13	16
Селитебные зоны									
Hg	288	288	100	-	-	-	-	-	-
Pb	288	122	42	80	28	70	24	16	6
Cd	288	162	56	79	27	34	12	13	5
Zn	288	121	42	98	34	43	15	26	9
Промышленные зоны									
Hg	200	193	97	4	2	3	1	-	-
Pb	200	15	7	29	14	77	39	79	40
Cd	200	36	18	29	15	61	30	74	37
Zn	200	26	13	44	22	58	29	72	36

На основании полученных данных видно, что уровни загрязнения почв и грунтов рекреационных и селитебных зон города практически идентичны и существенно отличаются от промышленных зон, где доля проб соответствующих требованиям норм уменьшается в 4-12 раз и не превышает 18%.



## Глава 2. Физико-географическая характеристика объектов исследования

Исследуемые территории находятся в умеренных широтах северного полушария, в лесной зоне, на стыке подзон тайги и смешанных лесов, между 59°57' северной широты и 30° 19' восточной долготы.

Территория города Пушкин выбрана как зона с экологически благоприятной обстановкой по данным докладов комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. Город Колпино, как зона подвергающаяся повышенному загрязнению за счет существования градообразующего предприятия тяжелого машиностроения, и МО Металлострой, как территория, находящаяся на стыке нескольких промышленных зон, равномерно окружающих селитебную территорию населенного пункта.

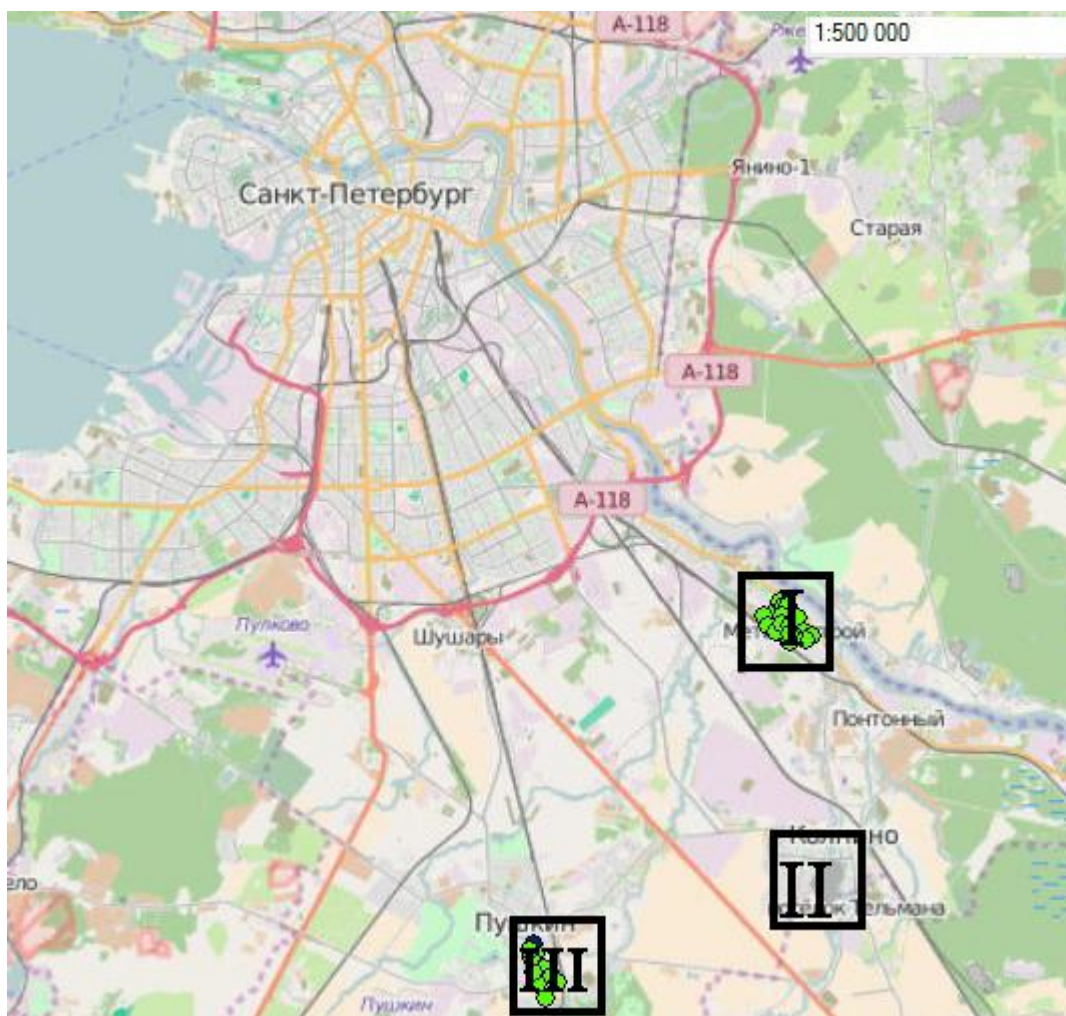


Рис.1 Схема расположения исследуемых участков на территории Санкт-Петербурга. I- селитебная зона МО Металлострой, II- Колпинский парк на острове Чухонка, III- Отдельный (Нижний) парк города Пушкин.

## 2.1. Колпино

Город Колпино, расположен на Приневской низине, на реке Ижоре (левый приток Невы), в 26 км к юго-востоку от исторического центра Санкт-Петербурга.

Колпинский район представляет собой городскую агломерацию с развитой транспортной инфраструктурой. Колпино целенаправленно создавался как промышленный и индустриальный центр, ядром которого являлись Ижорские заводы. В районе зарегистрировано свыше 2600 предприятий различных форм собственности. В их числе 17 крупнейших, которые, занимая 15% территории, выпускают около 70% промышленной продукции, формируют основную долю налоговых поступлений в бюджет, обеспечивают рабочими местами почти 60% трудоспособного населения района. По степени развития промышленно-производственного потенциала Колпинский район занимает 6-е место среди районов Санкт-Петербурга.

Город Колпино и Колпинский район являются важным транспортным и промышленным узлом, исторически сложившимся в XVIII-XX веках, на юго-восточном направлении вдоль мощных транспортных коммуникаций, соединяющих с центром Санкт-Петербурга. Рядом расположены пассажирские и грузовые терминалы аэропорта «Пулково». Территорию района пересекают электрифицированные линии Октябрьской железной дороги Московского и Северного направлений. В полукилометре от Колпино проходит трасса федеральной автомобильной дороги «Россия».

Колпинский район находится в северной полосе умеренных широт на северо-западе Русской равнины, где отчетливо проявляется влияние Атлантического океана. Поэтому климат района — умеренный и влажный, переходный от морского к континентальному.

Средняя годовая температура составляет +4,5 °С. Наиболее высокие средние суточные температуры наблюдаются в июле +16,6 °С, а самые низкие в феврале минус 8,5 °С.

Зима в районе продолжается с 5 декабря (образование устойчивого снежного покрова) по 16 марта (начало разрушения снежного покрова) — 102 дня. Она сравнительно мягкая, облачная, с частыми оттепелями. Мощность снегового покрова к концу зимы достигает 30-35 см.

Продолжительность лета (период без заморозков на поверхности почвы) также 102 дня — со 2 июня по 11 сентября. Продолжительность безморозного периода в воздухе — 131 день (с 16 мая по 25 сентября).

Среднегодовая сумма осадков составляет 600 мм. В году более половины дней с осадками, максимум осадков приходится на лето, но наибольшее число дней

с осадками наблюдается осенью и зимой.

Годовая величина испаряемости составляет 350 - 400 мм. Превышение осадков над испаряемостью — одна из причин переувлажнения и заболачиваемости почв.

Колпинский район находится в зоне избыточного увлажнения и в течение всего года относительная влажность воздуха высокая, в среднем за год около 75%. Зимой она достигает максимума — до 85-90%, а минимум приходится на май и составляет немногим более 50%.

Для района характерна частая смена воздушных масс, обусловленная в значительной степени циклонической деятельностью. Летом преобладают западные и северо-западные ветры, зимой западные и юго-западные. Следствием такой частой смены ветров является большая изменчивость различных метеорологических параметров из года в год, от сезона к сезону и даже изо дня в день.

По территории района протекают реки: Нева, Ижора, Славянка, Кузьминка, Малая и Большая Ижорки; ручьи: Попова Ижорка (Попов ручей), малый и Большой Ижорцы, Могильный ручей, а также каналы: Комсомольский и Советский. Реки в пределах территории района имеют небольшие уклоны и спокойное течение. Речные воды редко прогреваются выше +22°C. Среднемесячная температура речных вод летом не превышает +18°C — +19°C. Для водотоков района характерны небольшие уклоны русел, медленное течение рек, высокая освоенность береговой линии.

Река Ижора берет начало на Ижорской возвышенности. В пределах Колпинского района река течет в подпертом состоянии, сначала от плотин перед Ижорским заводом, а за ними от р. Невы. Ширина реки в пределах города до Ижорского завода от 200 до 400 метров, на этом участке она имеет низкие глинистые берега от 0,5 до 1,5 метров и глубину от 3 до 8 метров. Ниже плотины на протяжении последних 8 км до впадения в Неву Ижора представляет собой медленный поток шириной от 20 до 50 м с глубинами по стержню в зависимости от состояния уровня воды в Неве от 2 до 4 метров. Берега — глинисто-песчаные высотой до 8 метров в приустьевой части.

Колпинский район расположен в пределах Приневской низменности Русской равнины, которая в своем современном состоянии представляет собой серию плоских озерно-ледниковых и морских террас, полого и ступенчато спускающихся к Неве и Финскому заливу.

В соответствии с почвенно-географическим районированием Колпинский район расположен в Прибалтийской провинции южно-таежной подзоны дерново-подзолистых почв. Особенностью почвенного покрова является его разнообразие и пестрота в связи с характером почвообразующих пород, рельефа, условий увлажнения и дренажа.

Почвообразующие породы, встречающиеся в Колпинском районе: моренные суглинки, озерно-ледниковые суглинки, супеси и пески, аллювиальные отложения, торфяники, а также «двучленные наносы» (маломощные пески и супеси, обычно подстилаемые суглинками).

Растительный покров Колпинского района подвергся длительному воздействию хозяйственной деятельности человека, в результате чего естественная растительность почти полностью изменена, а на значительной территории исследуемого района заменена искусственными насаждениями.

## **2.2. Металлострой**

Металлострой — посёлок городского типа, муниципальное образование в составе Колпинского района Санкт-Петербурга. По данным Всероссийской переписи населения 2010 года в Металлострое проживало 24878 человек. Общая площадь земель муниципального образования 111,6 га

Металлострой расположен на северо-востоке Колпинского района по левому берегу Невы. С запада территория муниципального образования граничит с линией Октябрьской железной дороги, восточная граница территорий МО проходит по Петрозаводскому шоссе, селитебная зона лежит в границах между МО Рыбацкой и МО Усть-Ижора.

## **2.3. Пушкин**

Город Пушкин является административным центром Пушкинского района, экологическая ситуация в Пушкинском районе считается одной из самых благоприятных в Санкт-Петербурге. На территории района практически нет опасных производств. В основном промышленность района представлена предприятиями машиностроения, металлообработки, деревообрабатывающей и пищевой отрасли. Значительные площади заняты сельскохозяйственными угодьями. Хорошо развита автомобильная и железнодорожная инфраструктура, кроме того, через территорию района проходят две автомагистрали международного значения: М-20 (Киевское шоссе) и М-10 (трасса «Россия»).

Население города Пушкин составляет 92 889 человек.

Город расположен на Приневской низине по левому берегу реки Невы. Ландшафт достаточно разнообразен: холмы, гряды и террасы чередуются с долинами, равнинами, лесные массивы сменяются сельскохозяйственными угодьями. Многочисленные

родники дают начало ручьям и питают пруды.

Климат Пушкина умеренный и влажный, переходный от морского к континентальному.

Продолжительность дня меняется от 5 часов 51 минуты в зимнее солнцестояние до 18 часов 50 минут в летнее солнцестояние. Лето короткое умеренно-теплое, зима продолжительная, неустойчивая, с частыми оттепелями. Весна и осень носят затяжной характер. Положительные температуры воздуха преобладают с начала апреля по конец первой декады ноября. Самый холодный месяц — февраль. Среднегодовая сумма осадков — 590 мм. Преобладающие направления ветров — южные. Для города характерна частая смена воздушных масс, обусловленная в значительной степени циклонической деятельностью. Летом преобладают западные и северо-западные ветры, зимой западные и юго-западные. «Роза ветров» на территории города обеспечивает в любое время года свежий, целебный, чистый воздух.

Самыми пасмурными месяцами являются ноябрь, декабрь, январь. Минимальная облачность наблюдается в мае-июне-июле. Число солнечных дней в году — не менее 240. С 25—26 мая по 16—17 июля начинается сезон «белых ночей», в этот период солнце лишь ненадолго заходит за горизонт, а в светлое время суток в конце июня достигает почти 19 часов.

Основу ресурсного потенциала Пушкина составляют пресные поверхностные и подземные воды.

До основания города территория была покрыта хвойными лесами (сосновые и еловые) с примесью широколиственных пород и низинными болотами. Преобладают поверхностно-подзолистые в сочетании с торфяно-подзолисто-глеевыми почвами. В результате интенсивной хозяйственной деятельности людей естественный ландшафт повсеместно уступил место культурному ландшафту. Теперь здесь преобладают сельскохозяйственные угодья с небольшими участками вторичных осиновых и берёзовых лесов, сероольшаников и ивняков. В XVIII—XIX веках сложилась парковая зона города Пушкина площадью 704 га (Екатерининский, Александровский, Баболовский, Отдельный, Фермерский парки)

## **2.4. Территории пробоотбора**

В качестве территорий для отбора образцов (проб) почв и грунтов для лабораторных исследований были выбраны следующие участки: селитебная зона муниципального образования Металлострой, парк города Колпино, Отдельный (Нижний) парк города Пушкин

### *Селитебная зона МО Металлострой.*

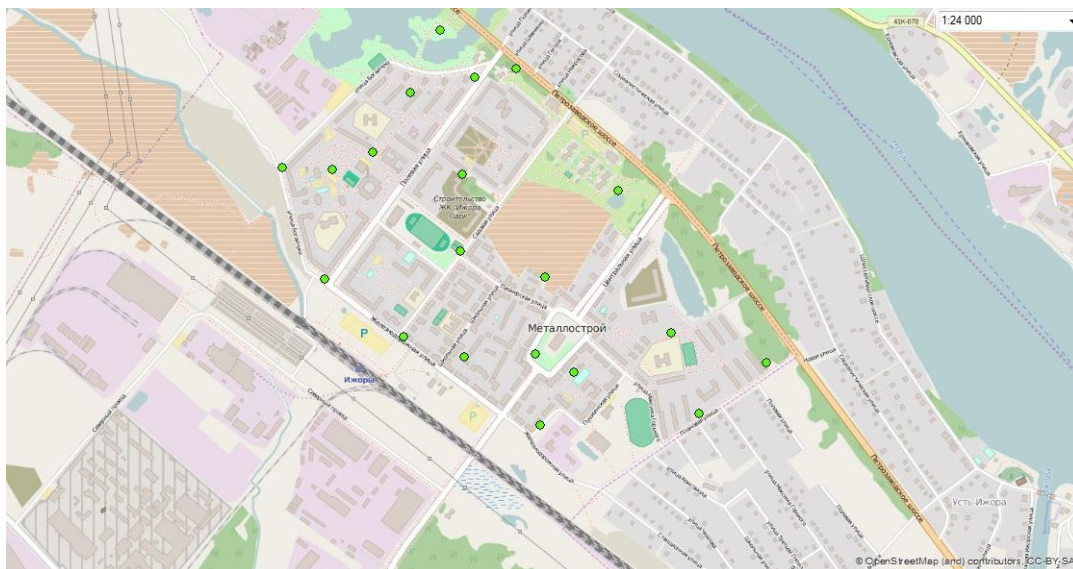


Рис. 2. Схема расположения исследуемого участка- селитебная зона МО Металлострой с точками отбора проб почвы.

Исторически развиваясь, как жилое поселение при предприятиях тяжелой промышленности, поселок Металлострой за счет своего географического положения, подвергается воздействию атмосферного переноса, из других промзон, (Понтонная, Ижорские заводы) непосредственно промышленная зона «Металлострой», являлась источником повышенного загрязнения.

Негативное влияние близкой и удаленных промышленных зон усугубляется двумя обстоятельствами, в свое время не учтенными ни жителями, ни строителями, ни городской администрацией. Первое обстоятельство связано с преобладанием на городской территории ветров, выносящих загрязненный воздух промышленной зоны на селитебные территории города. Второе обстоятельство сводится к отсутствию между промышленной зоной Металлостроя и селитебной зоной какого-либо буферного пространства, смягчающего негативные влияния на жителей со стороны предприятий вместо буферного района, большая часть города попадает либо в зону воздействия промышленных предприятий, либо находится вблизи от интенсивно эксплуатируемой автомагистрали.

### *Колтинский парк на о. Чухонка и на полуострове.*

На полуострове, рядом с о.Чухонка, исторически располагалась деревня Мокколово. Несколько выше по течению реки располагалась деревня Лангелово.

В 1960 г. на о.Чухонка открылся Парк культуры и отдыха им. 40-летия ВЛКСМ («на Чухонке»). Его строительство началось в 1958 г.



Исторически, город Колпино создавался, при градообразующем предприятии, с учетом его экологического воздействия. Все крупные предприятия находятся восточнее и севернее жилой части города. Преобладающее направление ветра в течение года с юго-запада и запада, где большие пространства занимают поля и леса. Поэтому промышленные загрязнения, как правило, сносятся ветром от жилой части.

Занимающий территорию 27,89 га Колпинский парк на острове Чухонка, исторически находился в стороне от преобладающего направления ветра, однако с расширением промышленных зон, оказался в радиусе их влияния.

Также на территории парка находится, свалка строительных отходов, существующая длительный период (по меньшей мере с 50-х годов XX века).

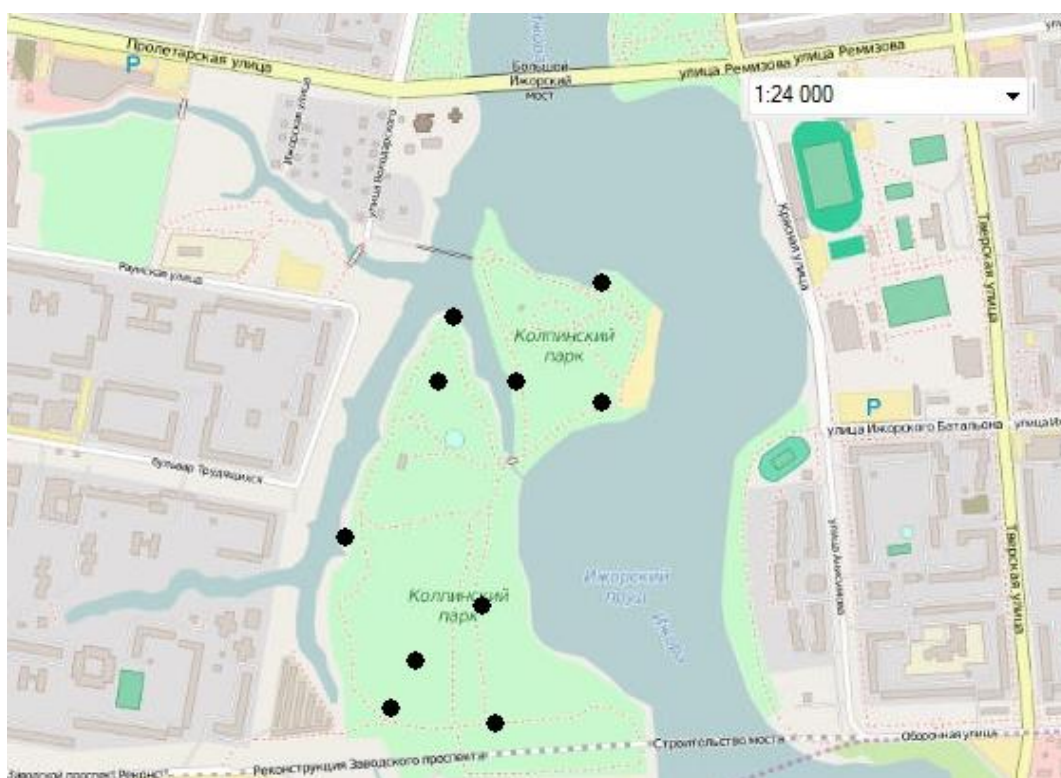


Рис. 3. Схема расположения точек отбора образцов почв в рекреационной зоне города Колпино.

#### *Отдельный парк города Пушкин.*

Отдельный парк занимает территорию исторической части города площадью в 92,69 га. Отдельный или Нижний – один из самых посещаемых парков города Пушкин. Отдельный парк не примыкает непосредственно к трем большим царскосельским паркам: Екатерининскому, Александровскому и Баболовскому. Расположенный на юго-востоке города Пушкина, в направлении к Павловску, он отделяется от Екатерининского парка жилыми кварталами, застроенными в первой половине XIX в.

Отдельный парк расположен между Павловским шоссе (продолжением Садовой) и проложенной в XIX веке железной дорогой из Царского Села на Москву.

В 1824—1825 годах в процессе реализации проекта планировки нового парка, был вырыт обширный пруд, по его берегам проложены прогулочные дороги, земля использована для изменения рельефа прилегающей местности, а на южной оконечности пруда построена плотина, позволявшая регулировать уровень воды и излишек выпускать в Павловский водопроводный канал.

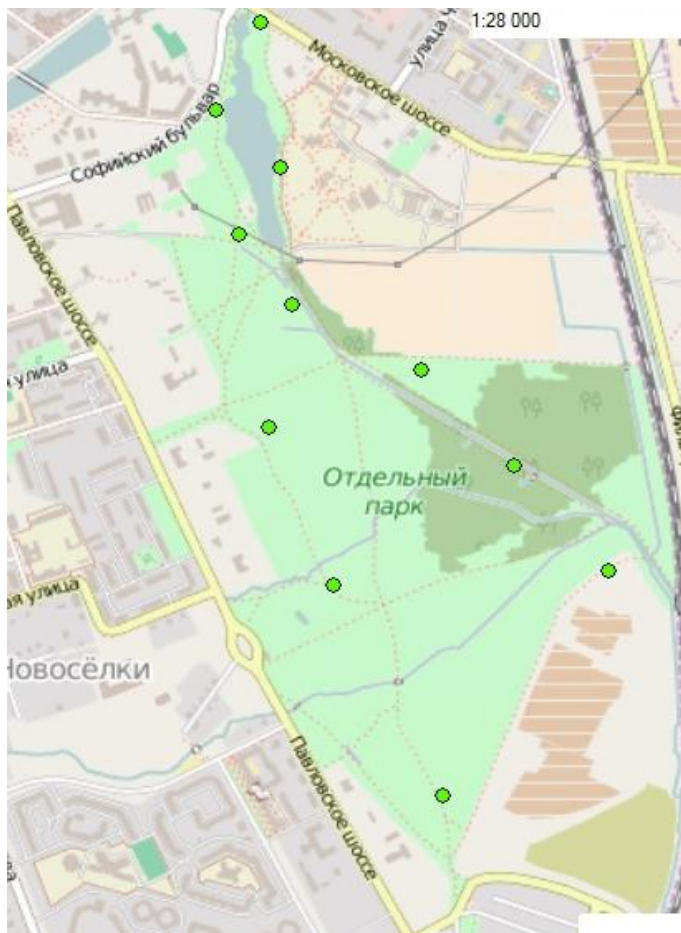


Рис. 4. Схема расположения точек отбора образцов почв в рекреационной зоне города Пушкин.

За счет своего положения, Отдельный парк удален от основных промышленных зон и объектов транспортной инфраструктуры Пушкинского района.



## **Глава 3. Пробоотбор и пробообработка.**

Для геоэкологической оценки состояния исследуемых территорий были проведены полевые, лабораторные и камеральные работы.

### **3.1. Материалы и методы лабораторных исследований.**

По характеру загрязнения естественных и городских почв относительно фоновых почв региона можно судить о степени их техногенной трансформации

Загрязнения в почвах более статичны, чем в воздухе, снеге и растениях, за счет аккумуляции поллютантов в течение всего периода техногенного воздействия.

Разнообразные соединения естественного и антропогенного происхождения накапливаясь в почве, обуславливают ее загрязненность и токсичность.

Городские почвы являются депонирующей средой практически для всех поллютантов, реальное распределение поллютантов в депонирующих природных средах является высокоинформативным способом оценки техногенной нагрузки и выявления возможных негативных последствий этой нагрузки для здоровья населения и селитебных ландшафтов.

Состояние почв, грунтов имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния той или иной территории, так как почвы представляют тройной интерес: как начальное звено пищевой цепи, как источник вторичного загрязнения атмосферы и вод, и как интегральный показатель экологического состояния окружающей среды. Существует зависимость между степенью загрязненности почв и показателями здоровья населения: по мере роста загрязненности увеличивается общая заболеваемость населения, число детей болеющих хроническими заболеваниями, обнаруживается нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Состояние городских почв имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния той или иной территории, так как хотя на урбанизированных территориях они не представляют интерес как начальное звено пищевых цепей, но тем не менее являются интегральным показателем экологического состояния окружающей среды и потенциальным источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы, поверхностных и грунтовых вод. Кроме вторичного негативного воздействия на здоровье населения через загрязнение вод и воздуха, возможно и прямое воздействие загрязненных почв на здоровье населения, особенно детей. (Сорокин Н.Д.,

На исследуемых территориях была заложена 41 точка пробоотбора. В связи с целями исследования на каждой территории точки закладывались исходя из внешних и внутренних условий. На территории МО Металлострой было заложено 20 точек, по отношению к внешним и внутренним факторам, они были расположены вдоль основных транспортных магистралей, вдоль железной дороги и Петрозаводского шоссе, а также во внутриворотовых территориях, с учетом расположения локальных объектов городской инфраструктуры. На территории Колпинского парка было заложено 10 точек, с учетом расположения промышленной зоны Ижорского завода, заброшенной свалки ТБО на территории парка и жилой зоны города Колпино. На территории города Пушкин было заложено 11 точек, с учетом расположения двух транспортных магистралей и железной дороги, при этом особое внимание уделялось факторам функциональной нагрузки территории парка, и степени посещаемости его различных частей. В каждой точке, были отобраны образцы объединенных проб почвы с горизонта 0-20 см, методом конверта. При помощи GPS навигатора, снимались координаты точки, затем производился отбор почв и их фасовка по нумерованным пакетам.

Образцы почвы довели до воздушно-сухого состояния, подготовив для дальнейшей обработки.

#### *Определение pH почвы.*

Кислотность - свойство почвы, обусловленное содержанием в почвенном растворе ионов водорода. Различают две формы кислотности: актуальную и потенциальную. Актуальная кислотность обусловлена ионом водорода, находящимся в почвенном растворе. Реакция почвенного раствора (водной вытяжки из почвы) выражается величиной pH, характеризующей в нем концентрацию водородных ионов. Потенциальную кислотность обнаруживают при обработке почвы растворами различных солей, вызывающими вытеснение ионов водорода и алюминия из поглощенного состояния.

Принято различать две формы потенциальной кислотности: обменную и гидролитическую. Обменная кислотность появляется при обработке почвы 1М. раствором нейтральной соли, например хлористым калием (KCl). В этом случае из почвы вытесняются водородные ионы ( $H^+$ ). Обменную кислотность выражают, как и актуальную, знаком pH, но обязательно указывают «pH солевой вытяжки» (или pH в KCl).

Гидролитическая кислотность обнаруживается при обработке почвы

гидролитически щелочной солью (солью сильного основания и слабой кислоты). Чаще всего для ее определения пользуются раствором уксуснокислого натрия ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ).

Величина этой формы кислотности характеризует способность почвы связывать основания из растворов гидролитических щелочных солей.

Пробы почвы массой 8 г пересыпались в стаканчики. К пробам цилиндром приливали по 20мл экстрагирующего раствора (1н раствор  $\text{KCl}$  – при определении обменной кислотности; дистиллированная вода – при определении активной кислотности).

Через сутки определили рН рН-метром и ионометром.

#### *Определение подвижных форм тяжелых металлов.*

Это исследование обусловлено широким распространением и индикационным значением данного вида загрязнения, а также наличием хорошо отработанных и достаточно надежных аналитических методов (преимущественно спектральных).

Кроме того, в связи со своей высокой биохимической активностью, токсичностью, высокой кумулятивной способностью, трудностью выведения из организма, тяжелые металлы (ТМ) являются одними из наиболее опасных для здоровья человека и других живых организмов поллютантами.

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду обусловлено источниками как естественного, так и антропогенного происхождения. С процессами, происходящими в природе, связана основная масса тяжелых металлов, заключенная в океанических водах, водах суши, донных осадках, почвах, растительности, атмосфере. К числу естественных источников загрязнения атмосферного воздуха относят процессы выветривания, разложение органических веществ, морскую соль, извержения вулканов, пыльные бури, степные и лесные пожары, массивы зеленых насаждений и период цветения и др.

Локальные зоны с аномально высокими концентрациями тяжелых металлов связаны обычно с техногенными выбросами в атмосферу, гидросферу и литосферу. Поступление тяжелых металлов в окружающую среду от антропогенных источников происходит неравномерно, часто в виде залповых выбросов и прекращается с завершением функционирования соответствующего объекта. К источникам антропогенного происхождения относятся автотранспорт, предприятия электроэнергетики, промышленности, сельского хозяйства, отвалы, мусоросжигающие заводы, свалки твердых бытовых и промышленных отходов, стоки с урбанизированных территорий, аварии и др.

Атмосферные выпадения аэрозолей являются главной причиной загрязнения тяжелыми металлами наземных экосистем в естественных ландшафтах. В лесных экосистемах фоновых территорий, где в балансе атмосферных выпадений значительная роль принадлежит растворимым формам тяжелых металлов, со стоком выносятся до 5% поступлений свинца и около 30% поступлений цинка и кадмия. В условиях техногенного загрязнения, когда существенно увеличивается роль твердофазных выпадений, вынос сокращается до 1-3% поступлений свинца и кадмия и до 10% цинка и меди. Остальная часть тяжелых металлов практически полностью накапливается в тонком поверхностном слое почв. Миграция металлов по почвенному профилю происходит со скоростью 0.1-0.4 см год и характеризуется быстрым падением концентрации.

Для извлечения подвижных форм ТМ используются разнообразные химические соединения, обладающие неодинаковой экстрагирующей силой. В случае текущего исследования применялся ацетатно-аммонийный буферный раствор. В настоящее время разработана система предельно допустимых концентраций (ПДК) подвижных форм ТМ в почве извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером (рН 4,8), поэтому для оценки экологического состояния окружающей среды рекомендуется использовать именно этот экстрагент.

Пробы подготавливались, и проводился анализ в соответствии с методами выполнения измерений:

- 1) Навеску почвы весом 3-5 г помещали в колбу объемом 100 мл, приливали 50 мл буферного раствора (рН 4,8).
- 2) Суспензия с образцом почвы взбалтывалась около 1 ч, затем отставлялась в течение 1 суток.
- 3) Подготовленная проба фильтровалась через фильтр «синяя лента». Первые порции фильтрата отбрасывались, а последующие использовались для анализа в двукратной повторности.

#### *Анализ почвы на содержание сульфатов.*

В почвах содержатся несколько видов сульфатных соединений. Среди растворимых сульфатных соединений почв наиболее известны сульфат аммония, сульфат магния, натрия и калия. Эти соединения часто используются в качестве удобрений – источников соответствующих катионов. Сульфатная форма содержания серы в почвах наиболее доступна для растений и составляет примерно 10-25% от общего ее содержания. В атмосферу большинство природной серы поступает в виде  $\text{SO}_4^{2-}$ , антропогенной — в виде  $\text{SO}_2$ . В результате ряда последовательных реакций с

атмосферной влагой  $\text{SO}_2$  переходит в  $\text{SO}_4^{2-}$ . (Опекунова, Арестова, 2002)

Основными источниками поступления сульфатов, в окружающую среду являются пылегазовые выбросы промышленных предприятий и выбросы автотранспорта. Из перечисленных потоков техногенных веществ наиболее значимыми является воздушный, который функционирует практически непрерывно, оказывая постоянное воздействие на организм человека, животных и растения.

Необходимость анализа проб почвы на сульфаты, обусловлена следующими факторами:

- способностью почв депонировать загрязняющие вещества, поступающие на ее поверхность с атмосферными осадками, аэрозольными выпадениями, бытовыми и производственными отходами;
- широким распространением источников поступления сульфатов в атмосферу в районе исследования (обилие автотранспортных узлов и магистралей, наличие котельных, ТЭЦ и производств).

Накопившиеся в толще почвенного покрова загрязняющие вещества оказывают негативное воздействие на природную среду и представляют опасность для здоровья людей, сульфаты же представляют собой прямую опасность, поскольку аккумулируясь в верхних слоях почв, и накапливаясь в растительной продукции они могут попадать в цепи питания человека и животных. (Шуберт, 1985)

Загрязнение почвы сернистым газом (или соответствующими продуктами его окисления в полевых условиях, как правило, происходит вместе с загрязнением другими газами или пылью, и потому его непосредственное влияние вряд ли поддается определению, действие сернистого газа в зависимости от интенсивности загрязнения выражается, прежде всего в подкислении почвы захватывающем главным образом ее поверхностные горизонты.

В индустриальных районах 60% почвенной кислотности определяется растворами серной кислоты, поступающими в почву из атмосферы при выпадении кислотных дождей. В результате протоны водорода замещают катионы, связанные с почвенными коллоидными частицами, катионы мигрируют в глубинные почвенные слои и становятся недоступными для корней растений. Снижение pH почвы препятствует развитию микроорганизмов. Сера накапливается в почвах с непромывным режимом и при анаэробных условиях в виде гипса, в обычных почвах возрастает валовое содержание серы за счет сульфатов. (Опекунова, Арестова, 2002)

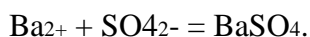
Оценка вредного воздействия на почву затруднена, прежде всего, тем, что часто

одновременно происходит оседание пыли, имеющей главным образом основную реакцию. В зависимости от доли каждого из этих стрессоров уже в воздухе может начаться частичная нейтрализация. В случае известковой пыли этот процесс может быть настолько интенсивным, что приведет к нейтрализации и даже подщелачиванию почвы.

**Таблица 3. Основные источники поступления токсичных газов в атмосферу**  
(Опекунова, 2004 г).

Загрязняющее вещество	Источник загрязнения
Двуокись серы SO <sub>2</sub>	Электростанции и домашние топки (бурый и каменный уголь, мазут), химические предприятия, металлургические заводы, заводы сульфитной целлюлозы, коксовые заводы
Серный ангидрид SO <sub>3</sub>	Заводы серной кислоты, отопление нефтепродуктами
Сероводород H <sub>2</sub> S	Производство светильного газа, сульфатной целлюлозы, вискозы, коксовые, нефтеперегонные заводы

Для определения содержания сульфатов используется турбидиметрический метод. При прохождении светового потока через суспензию мельчайшие сажевые частички поглощают и рассеивают часть света. В результате интенсивность светового потока на выходе падает. При турбидиметрическом методе анализа измеряют ослабление интенсивности светового потока при прохождении через дисперсную систему. Измерение этого падения интенсивности светового потока называется турбидиметрией. В используемой методике определяется интенсивность помутнения растворов в результате реакции взаимодействия сульфат-ионов с ионами бария. Сульфат-ионы реагируют с ионами бария с образованием трудно растворимого сульфата бария.



Пробы подготавливались и проводился анализ соответственно выбранной методике.

- 1) Навеска 1 г подготовленной пробы заливалась 25 мл воды, тщательно перемешивалась и оставлялась на сутки.
- 2) Вытяжка фильтровалась, проводился отбор аликвотных объемов в две колбы. В одну из них приливали 5 мл раствора BaCl<sub>2</sub>. Вторая использовалась для определения фонового поглощения. Для ускорения реакции соосаждения колбы нагревались на плитке до 50-60°C. Объем доводился до метки

дистиллированной водой.

- 3) Измерение оптической плотности растворов проводилось на ФЭК в диапазоне длин волн от 375 до 415 нм (светофильтр №3, кювета — 20 мм, в кювете сравнения — дистиллированная вода).
- 4) Полученные результаты определялись с использованием градуировочного графика. Наименьшая определяемая концентрация — 1 мг/л.
- 5) Вычисление производилось по формуле:

$$C = \frac{C_{гр} \cdot V_1 \cdot V_2}{V_3 \cdot a}$$

где С — концентрация сульфатов в пробе, мг/кг; С<sub>гр</sub> — концентрация сульфатов в пробе, найденная по градуировочному графику, мг/л; V<sub>1</sub> — объем мерной колбы, используемой при разбавлении, мл; V<sub>2</sub> — объем, используемый при приготовлении водной вытяжки, л; V<sub>3</sub> — аликвотный объем пробы, мл; а — навеска, кг. (Опекунова, Арестова, 2002).

#### *Определение целлюлозолитической активности почв*

Целлюлоза - главный компонент клеточных стенок высших растений и водорослей. По своей природе она является полисахаридом, линейным полимером. Цепочки моносахаридов объединены в волокна, окруженные оболочкой, в состав которой входят воск и пектин. Подобное строение делает целлюлозу механически прочной, устойчивой к внешним химическим воздействиям и нерастворимой в воде. Синтез целлюлозы - масштабный природный процесс, наряду с крахмалом, она является самым распространённым на Земле органическим соединением. В почву целлюлоза попадает вместе с растительными остатками, где её содержание достаточно велико (40 % - 70 %). Целлюлозолитическая активность является важным показателем интенсивности деструкционных процессов в почве. Интенсивность разложения целлюлозы в почве определена совместным действием нескольких факторов: погодными условиями, характером растительного покрова, объемом органического вещества, поступающего в почву, типом почв, её физическими свойствами, химическим составом. (Пряженникова О.Е. 2011)

В условиях городской среды интенсивность целлюлозолитических процессов регулируется характером и степенью антропогенного воздействия на почвенный покров, атмосферу и растительность. Целлюлозолитическая активность является одним из важнейших показателей микробной деятельности почв и протекающих в них биологических процессов.

Химические изменения почвы часто приводят в силу своей сложности к структурным изменениям на нескольких трофических уровнях. Консументы и деструкторы часто испытывают при этом косвенное влияние антропогенных факторов в результате изменений структуры фитоценозов, количественных или качественных перемен в доступности пищи. Это в свою очередь отражается на их активности и обилии. Интенсивность разложения целлюлозы снижается при повышенной концентрации в почве тяжелых металлов. (Шуберт, 1985)

Скорость разложения целлюлозы в лабораторных условиях определялась модифицированным методом Кристенсена, (по интенсивности разложения фильтровальной бумаги при контакте с почвой).

50 г почвы, предварительно увлажненной до 60% от полной влагоемкости, помещались в чашку Петри, на дне которой был расположен фильтр, а поверх него капроновая ткань. Перед тем как уложить фильтр на дно чашки взвешивался на аналитических весах. Опыт проводился в 2-х кратной повторности. Чашки с почвой помещались в термостат на 15 дней, при температуре 30°C. По истечении срока инкубации фильтры извлекались, подсушивались, очищались от почвы и продуктов полураспада, затем повторно взвешивались на аналитических весах.

О степени разложения целлюлозы судят по разности между исходным и конечным весом фильтровальной бумаги после инкубации и выражают ее в процентах от исходной массы.

Интенсивность разложения целлюлозы рассчитывают по формуле.

### 3.2. Загрязнение атмосферного воздуха автотранспортом.

По данным доклада об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2014 году выбросы загрязняющих веществ от стационарных, передвижных (автомобильный и железнодорожный транспорт) источников и суммарные выбросы в Санкт-Петербурге за 2014 год представлены в таблице 3. Вклад передвижных источников в суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух составил 86%, твердых веществ - 30%, диоксида серы - 45%, оксида углерода - 94%, оксидов азота (в пересчете на диоксид азота) - 61%, углеводородов - 11%, летучих органических соединений - 90%.

**Таблица 4. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников в Санкт-Петербурге за 2014 год, тыс. т**

	Всего	Твердые	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	CH <sub>x</sub>	ЛОС
Стационарные	70,5	2,1	2,6	21,1	24,5	15,0	5,0
Передвижные	442,7	0,9	2,103	356,3	37,8	1,903	42,9



Продолжение таблицы 4.

в том числе: автотранспорт	441,7	0,8	2,1	356,1	37,2	1,9	42,8
ж/д транспорт	1,0	0,1	0,003	0,2	0,6	0,003	0,1
Всего	513,2	3,0	4,703	377,4	62,3	16,903	47,9

Автотранспорт – это один из основных источников загрязнения воздуха в крупных городах. На его долю приходится от 40 до 90 % всех загрязнений. В выхлопных газах автомобилей содержатся оксиды углерода (II) CO и (IV) CO<sub>2</sub>; оксиды азота NO<sub>x</sub>, оксиды серы SO<sub>x</sub>, углеводороды C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, другие органические соединения, сажа С, а также соединения свинца Pb, которые добавляют в бензин. (Сегодня во многих промышленно развитых странах добавлять соединения свинца в бензин запрещено). Высока концентрация и мелких взвешенных частиц, которые появляются в воздухе также благодаря автотранспорту, особенно с дизельным двигателем, и износу дорожного полотна.

В атмосферу попадает в 20 и более раз больше вредных веществ при работе двигателей на холостом ходу, а также при разгоне и торможении автомобиля, чем во время его движения с постоянной скоростью.

Транспорт является одним из важнейших компонентов общественного и экономического развития, поглощающего значительное количество ресурсов и оказывающего серьезное влияние на окружающую среду. При всей важности транспортно-дорожного комплекса как неотъемлемого элемента экономики не стоит забывать и о его весьма значительном негативном воздействии на природные экологические системы

На всех участках исследований отмечено наличие потенциально мощных транспортных факторов, исследование которых является необходимым условием для определения нагрузок этих факторов на исследуемые территории.

Расчеты выбросов выполняются для следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей:

- диоксид серы (SO<sub>2</sub>);
- соединения свинца;
- оксид углерода (CO);
- оксиды азота NO<sub>x</sub>(в пересчете на диоксид азота);
- углеводороды (CH);
- сажа;

- формальдегид;
- бенз(а)пирен.

В Санкт-Петербурге за счет плотности застройки в жилых кварталах, существует серьезная нагрузка на улично-дорожную сеть города, которая в свою очередь вызывает серьезную экологическую нагрузку на прилегающие к УДС территории. В основе транспортных проблем города лежит тот факт, что, несмотря на высокую плотность населения в районах городской застройки, у него очень низкая общая плотность улично-дорожной сети, которая составляет 2,15 км дорог на квадратный километр.

Даже если учитывать только площадь собственно городской застройки плотность УДС всё равно будет менее 5 километров на квадратный километр.

Ряд пригородных районов характеризуется низкой плотностью УДС за счет более «рыхлой» застройки, состоящей из отдельных жилых образований, соединенных сетью дорог (Пушкинский, Колпинский районы).

Таким образом, главная проблема заключается в том, что очень высокие темпы роста автомобилизации и крупные грузопотоки, идущие через город транзитом, а также формирующиеся в самом городе и направляющиеся в город, создают огромную нагрузку (в том числе экологическую) на дорожную инфраструктуру, у которой есть ряд существенных недостатков в плане структуры и управления, в то время как общественный транспорт, является недостаточно привлекательной альтернативой индивидуальному автотранспорту. (Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга 2014).

Магистрали общегородского значения: Петрозаводское шоссе- автотрасса регионального значения в Колпинском районе Санкт Петербурга и Кировском районе Ленинградской области.

Связывает восемь крупных населённых пунктов общей численностью около девяноста тысяч жителей вдоль южного (левого) берега Невы, и выступает транзитной магистралью для инфраструктурного комплекса в этом направлении. Среднесуточная годовая интенсивность движения может достигать 89 тыс. единиц автотранспорта на направлении. Длина трассы до пересечения с КАД с учётом развязки составляет 45,6 км. Вся трасса проходит через населённые пункты, что с учетом ограничений скоростного режима и перекрестков осложняет по ней движение и создаёт пробки.

Магистрали общегородского значения (город Колпино): Пролетарская-Ремизова, бульвар Свободы.

Магистрали общегородского значения (город Пушкин): Московское шоссе М10



бульвар Свободы). Переправы выступают концентраторами автотранспорта, поскольку собирают его основную массу в компактные группы, которые затем распределяются по городу, к конечным пунктам назначения. Такое положение также обеспечивает высокую автотранспортную нагрузку на прилегающие к этим зонам территории.

Автотранспортная нагрузка на УДС города Пушкин связана, прежде всего, с постройкой новых районов и растущей автомобилизацией населения. Оборудованный прямой транспортной развязкой с КАД, Фрунзенским и Московским районами, город Пушкин выступает в роли транзитного пункта перемещения, где концентратором автомобильных транспортных средств выступают железнодорожные переезды и светофоры, создающие серьезные затруднения в дорожно-транспортной обстановке в часы пик.

Расчет объемов выбросов производится с использованием программного обеспечения, программой "Магистраль-Город" версии 2.3.3.41

## Глава 4. Результаты исследований и их обсуждение.

Были проведены следующие лабораторные исследования, определение pH почв, определение содержания подвижных форм ТМ в почвах, определение сульфатов в почвах и полевые наблюдения за автомагистралями

### 4.1. Определение pH почвы

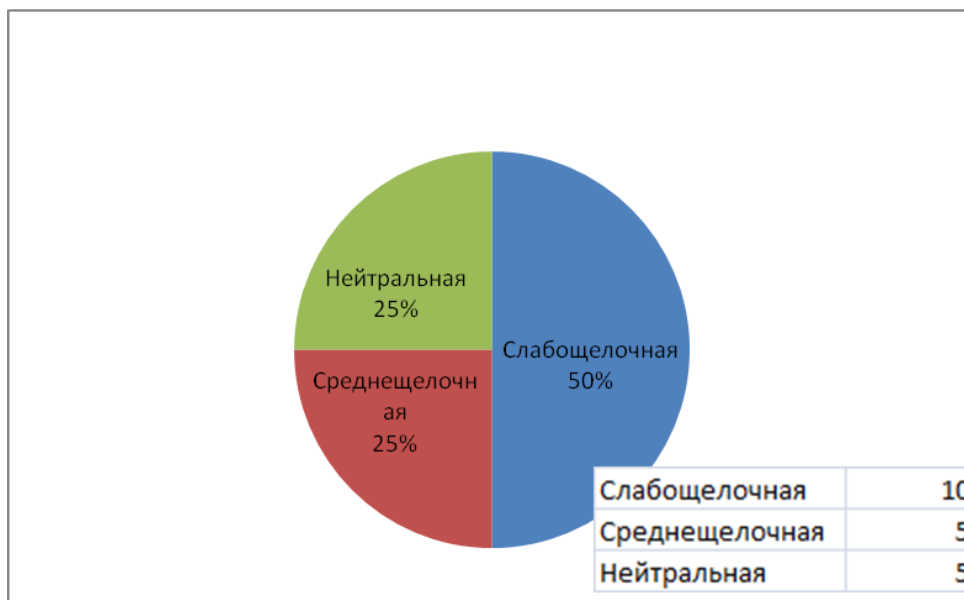


Рис. 6. Определение кислотности образцов почв, отобранных на территории селитебной зоны МОMetalлострой.

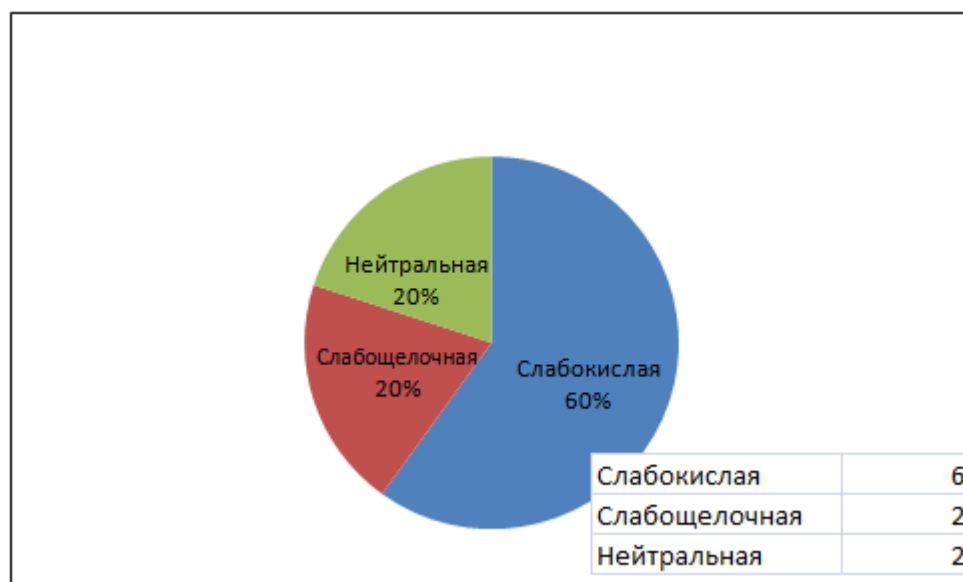


Рис. 7. Определение кислотности образцов почв, отобранных на территории рекреационной зоны города Колпино.

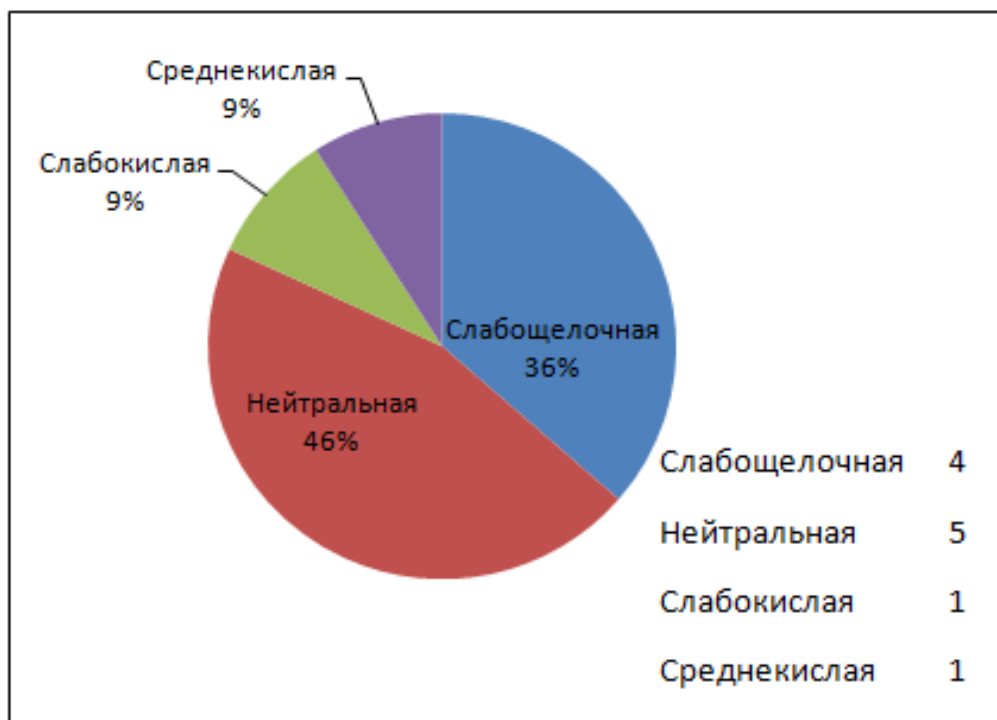


Рис. 8. Определение кислотности образцов почв, отобранных на территории рекреационной зоны города Пушкин.

#### 4.2. Определение подвижных форм тяжелых металлов.

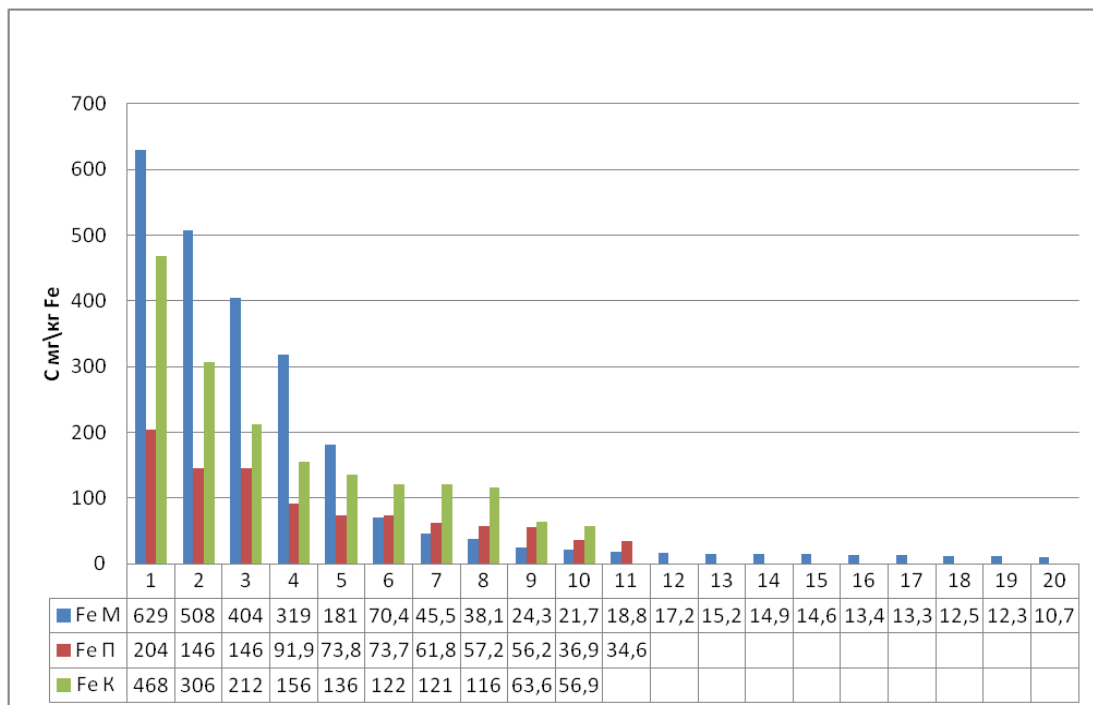


Рис. 9. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Fe в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).

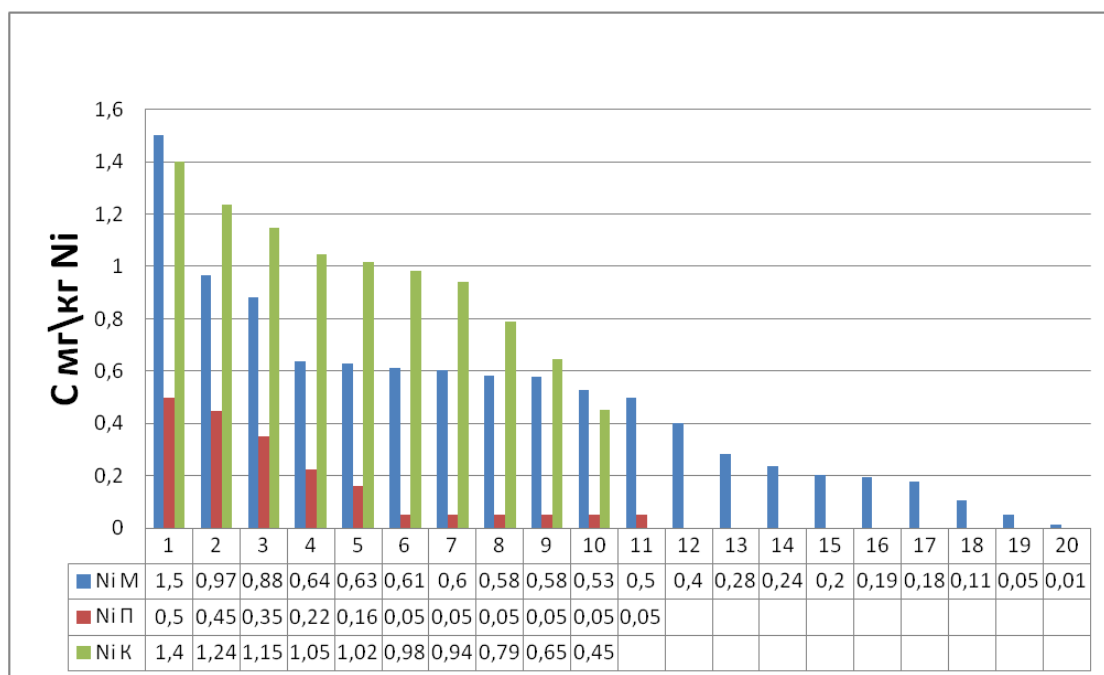


Рис. 10. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Ni в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).

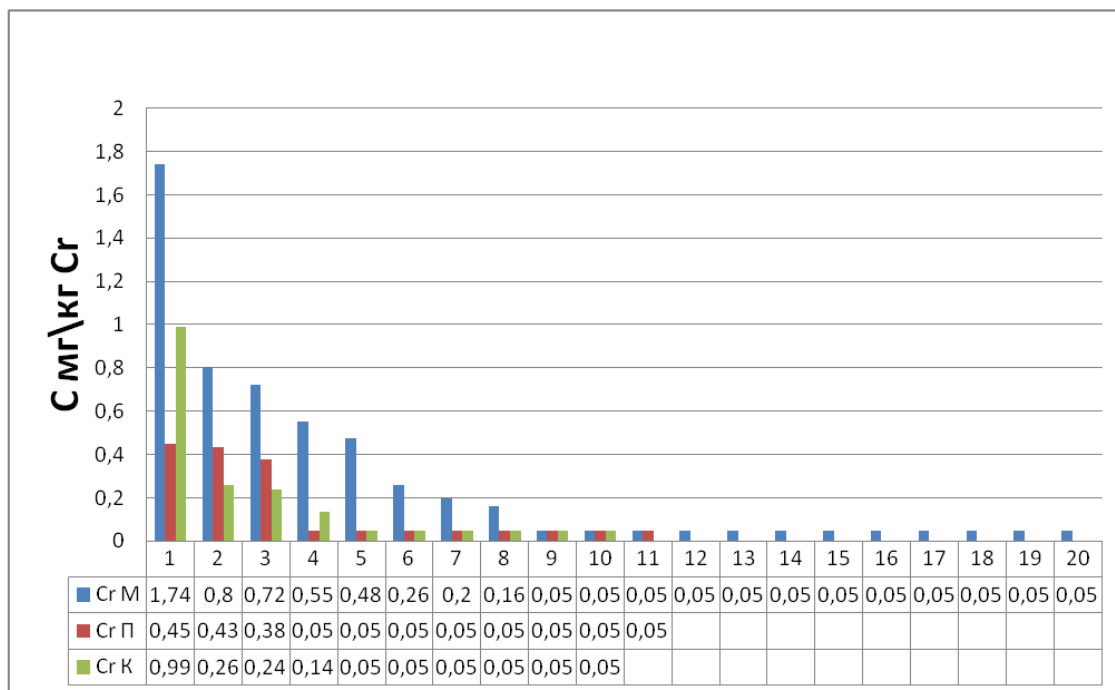


Рис. 11. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Cr в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).

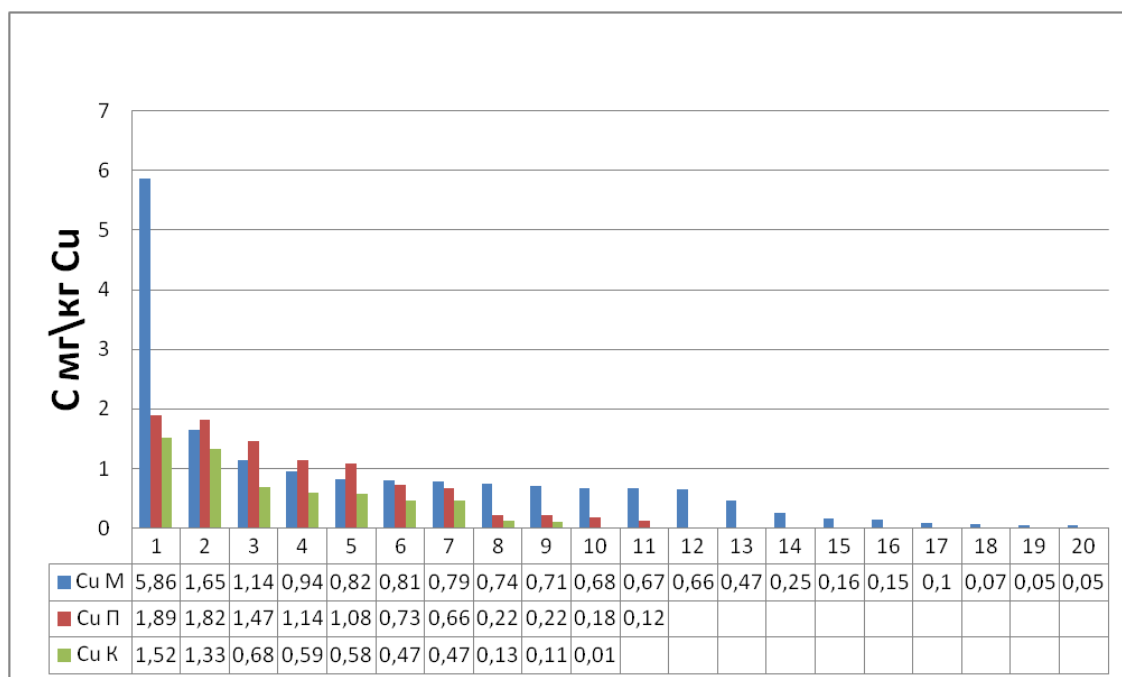


Рис. 12. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Cu в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).

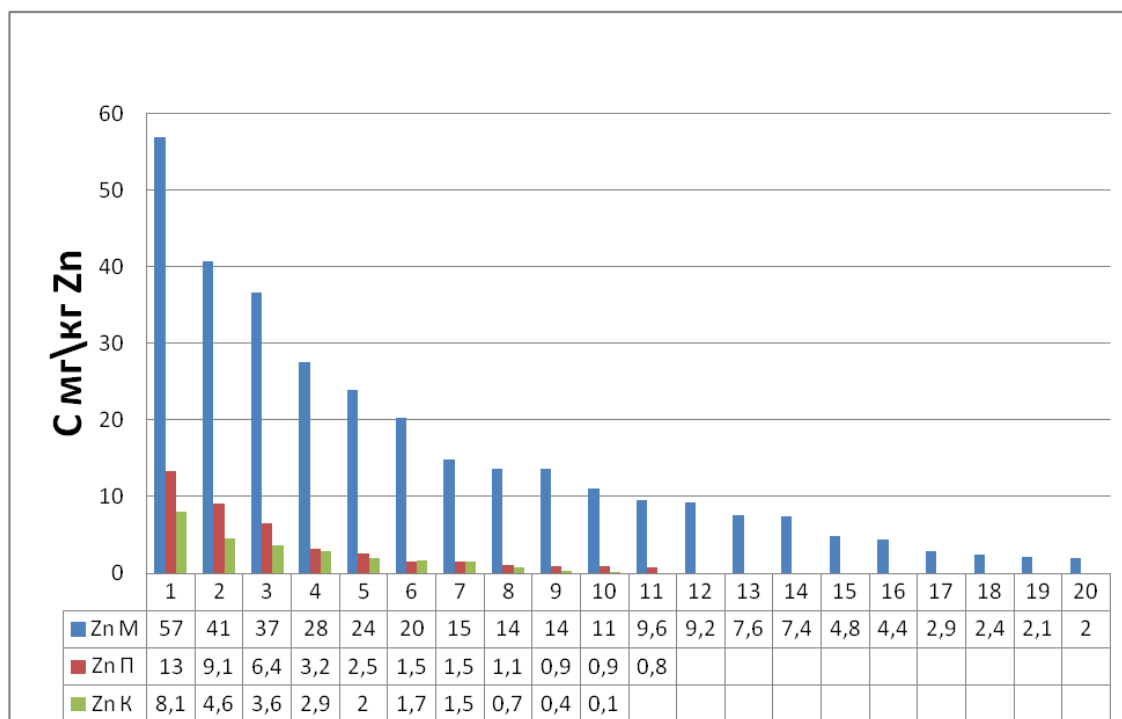


Рис. 13. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Zn в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).



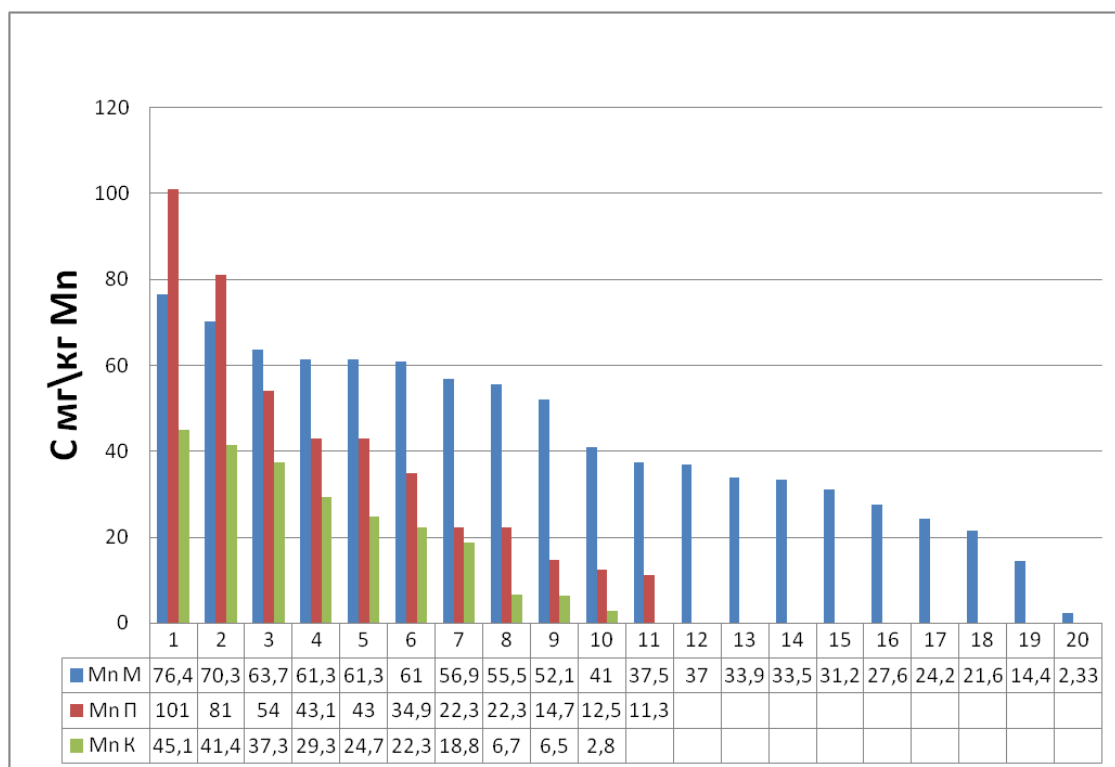


Рис. 14. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Мп в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).

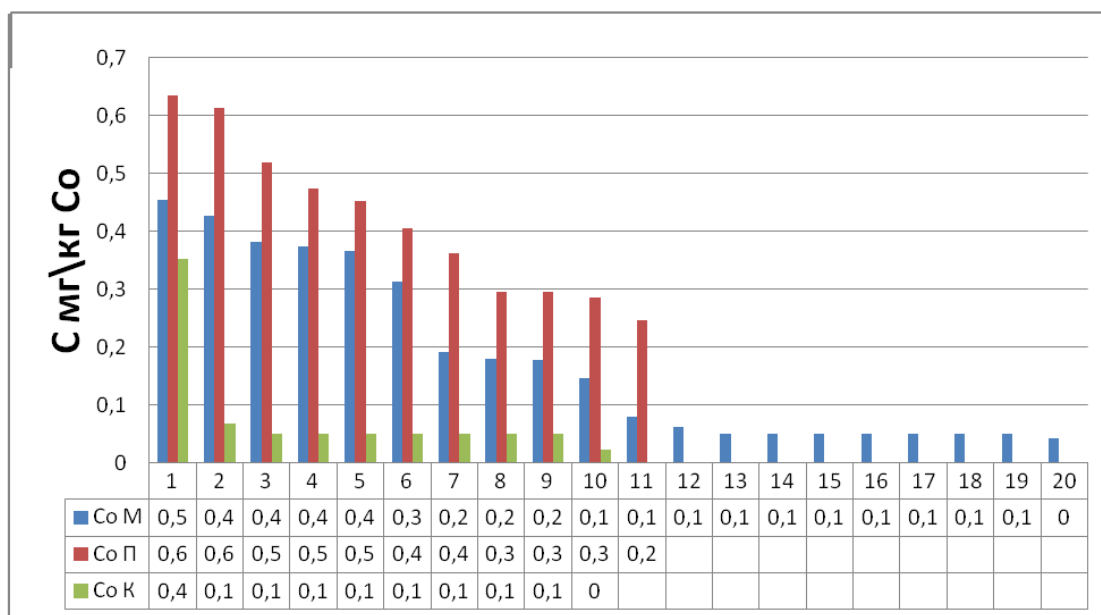


Рис. 15. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Со в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).

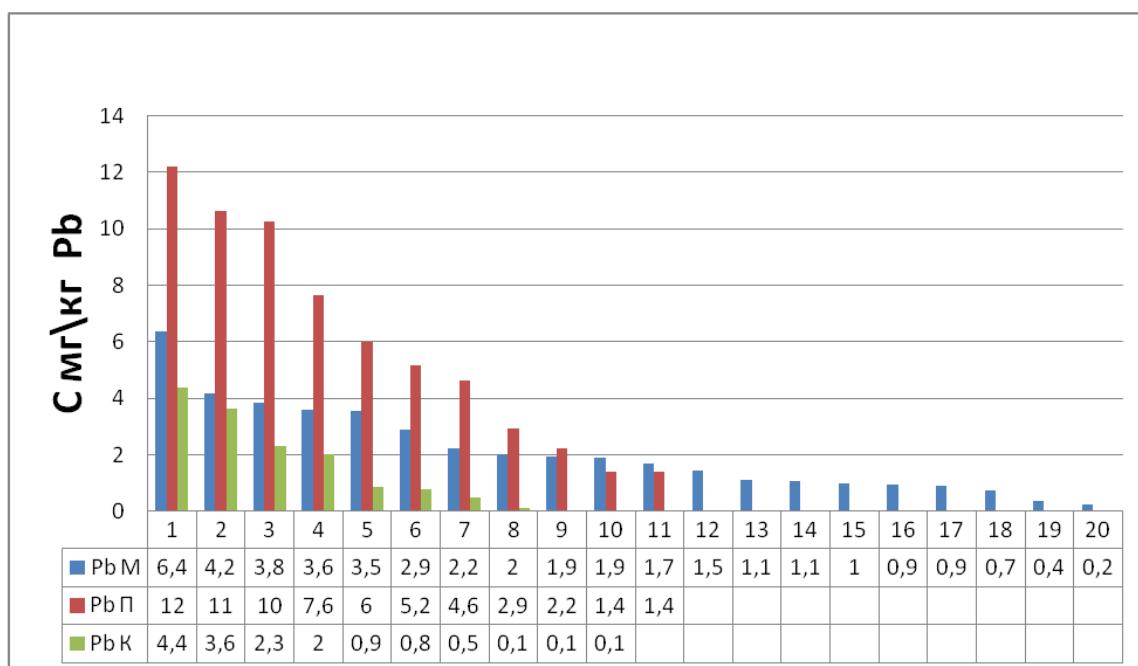


Рис. 16. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Pb в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).

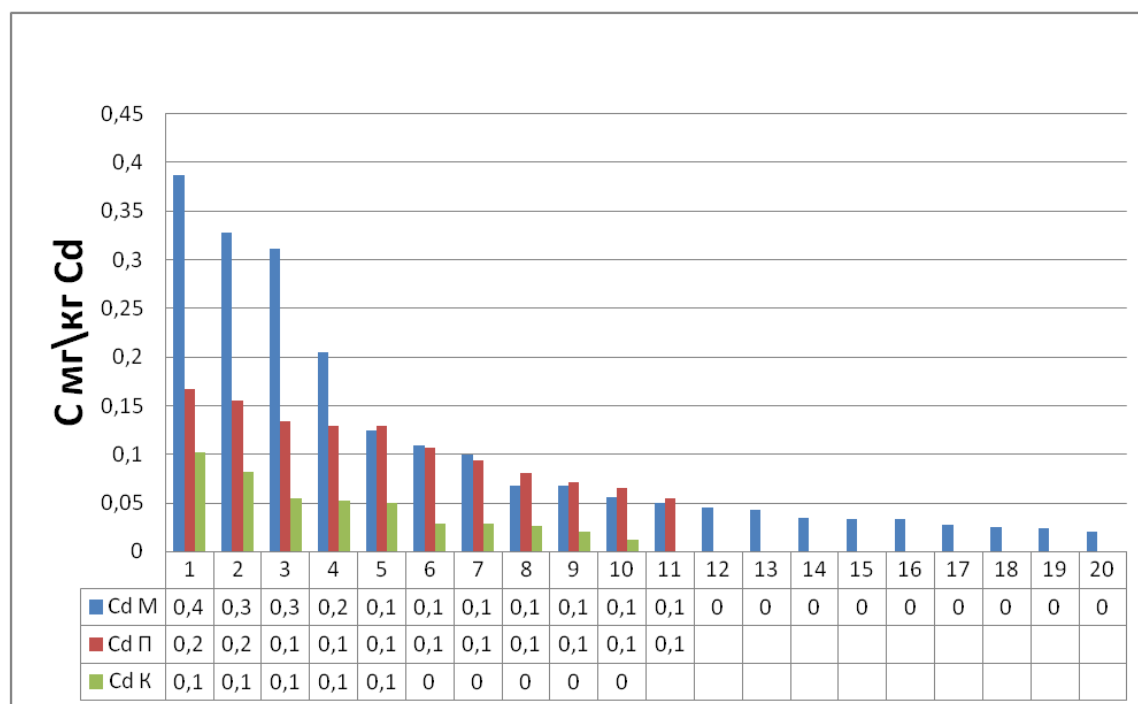


Рис. 17. Изменение содержания (max => min) подвижных форм Cd в почвенном покрове исследуемых территорий (М- селитебная зона МОMetalлострой, К- рекреационная зона города Колпино, П- рекреационная зона города Пушкин).

**Максимальные значения содержания подвижных форм ТМ (мг/кг):**

1. Fe – 629 (Metalлострой) [467,5 – Колпино, 204 – Пушкин] ;
2. Ni – 1,5 (Metalлострой) [1,399 – Колпино, 0,5– Пушкин];

3. Cr – 1,65 (Металлострой) [0,992– Колпино, 0,4485] ;
4. Cu – 5,86 (Металлострой) [1, 515– Колпино, 1,89 – Пушкин ] ;
5. Zn – 56,9 (Металлострой) [8,1– Колпино, 13,3– Пушкин ] ;
6. Mn – 76,4 (Металлострой) [45,1– Колпино, 101 – Пушкин] ;
7. Co – 0,454 (Металлострой) [0,352– Колпино, 0,635– Пушкин] ;
8. Pb – 6,37 (Металлострой) [4,395– Колпино, 12,2– Пушкин ] ;
9. Cd – 0,387 (Металлострой) [0,102– Колпино, 0, 1675– Пушкин] ;

Наиболее высокие значения содержания подвижных форм Fe в сравнении с остальными территориями отмечены в МОMetalлострой.

По средним значениям, наибольшее содержание отмечается в пробах рекреационной зоны города Колпино, затем в образцах, отобранных на территории МОMetalлострой. Минимальное среднее значение содержания Fe отмечено для проб взятых на территории города Пушкин.

Железо – один из химических элементов, которые поступают в окружающую среду в максимальных количествах. Максимальные поступления железа, наблюдаются в промышленных выбросах, так зоны металлургических комбинатов показывают локальные техногенные аномалии, в твердых выбросах которых содержатся 22000-31000 мг/кг железа. В прилегающие к таким территориям почвы может поступать до 31-42 мг/кг железа. Это серьезным образом отражается на почвообразовательных процессах и на загрязнении растительной продукции.

**Таблица 5. Значения ПДК, ОДК и среднефоновое содержание тяжелых металлов в почвах Санкт-Петербурга (в мг/кг) (Сорокин Н.Д., Королева Е.Б., 2012)**

	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd	Cr
ПДК	5		3	4	6	23		6
Фон.сух.вес мин.	2,5	50	10	5	2	15	0,01	0,1
pH 4.0		60						
pH 5,1-6.0		80						
pH>6		100						
ОДК Ph KCL ниже 5,5			33	20	32	55	0,5	
ОДК Ph KCL>5,5			66	40	65	110	1	
ОДК песчаные			132	80	130	220	2	

По Колпинскому району пробы с превышением ПДК или ОДК для всех исследуемых ТМ отсутствуют, фоновые значения так же не превышены.

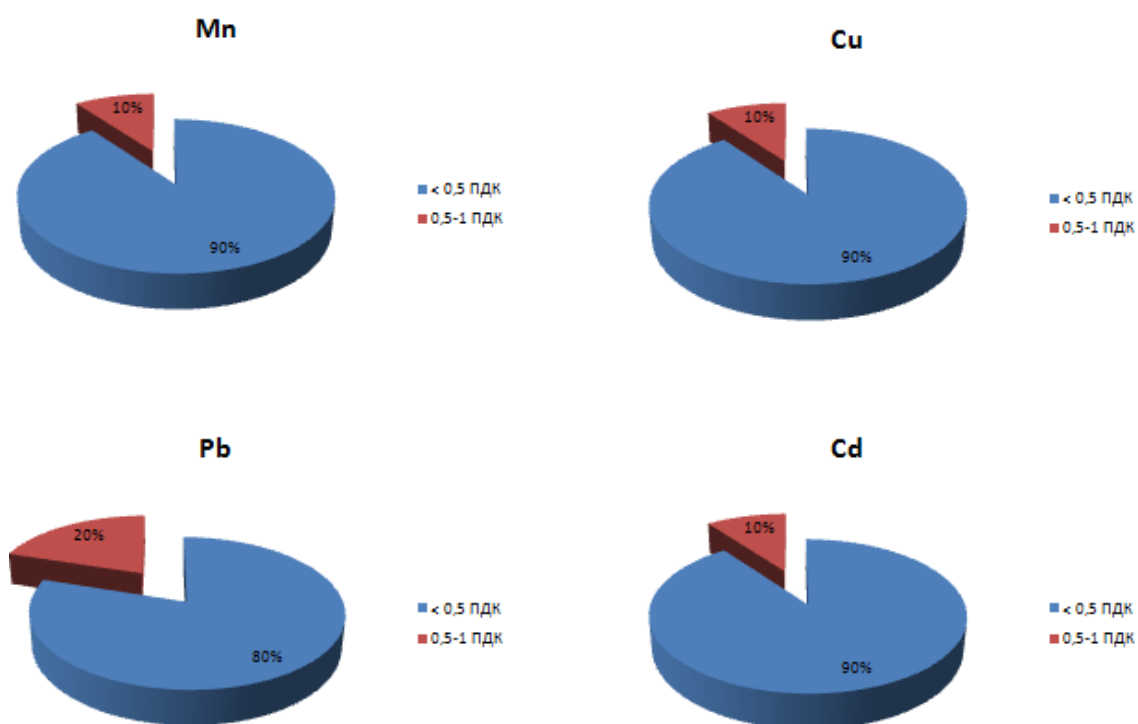


Рис. 18. Загрязнение почвенного покрова рекреационной территории города Колпино тяжелыми металлами, в сравнении с ПДК

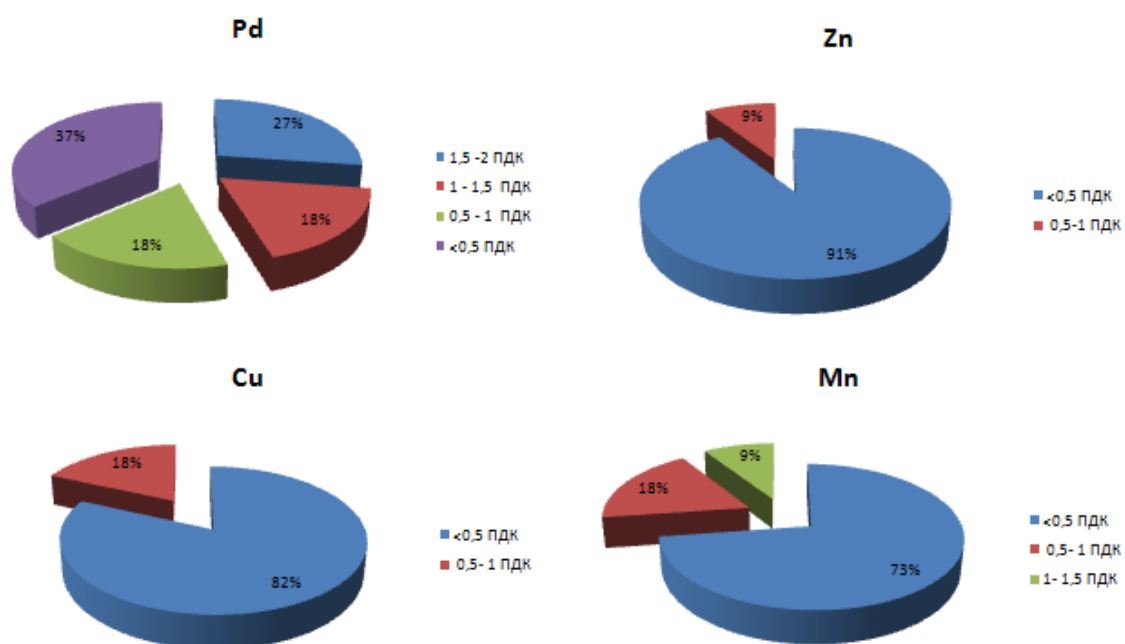


Рис. 19. Загрязнение почвенного покрова рекреационной территории города Пушкин тяжелыми металлами, в сравнении с ПДК

Pb – содержание в 4х случаях из 11 превышает ПДК, ещё в двух значительно близки к ПДК. Mn – превышение ПДК в одном образце пробы.

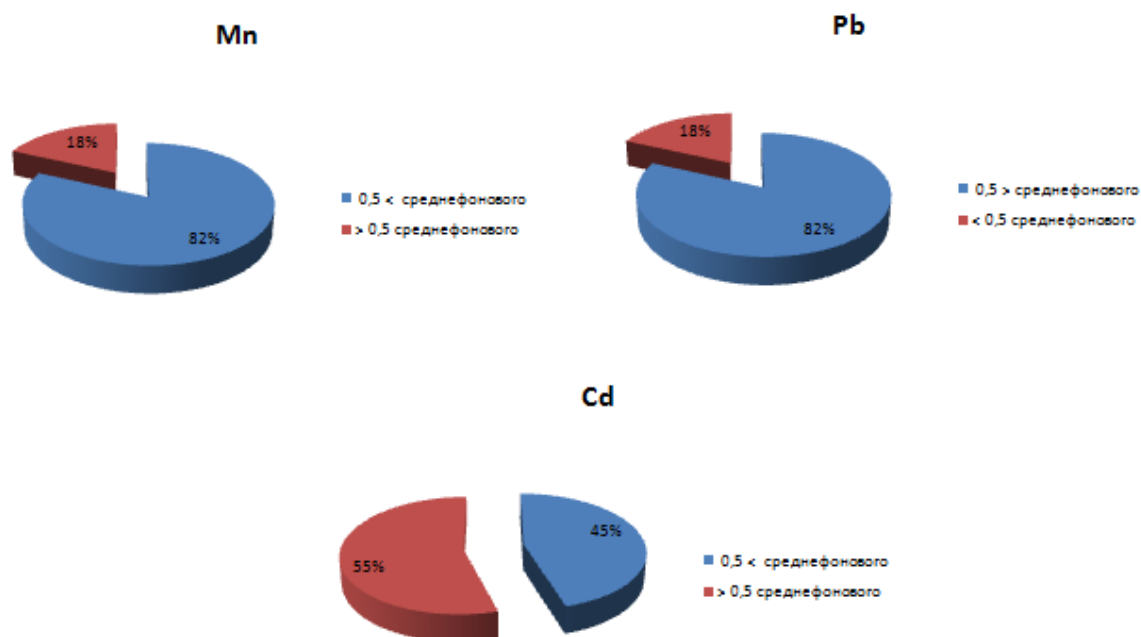


Рис. 20. Загрязнение почвенного покрова рекреационной территории города Пушкин тяжелыми металлами, в сравнении с среднефоновым содержанием по Санкт-Петербургу.

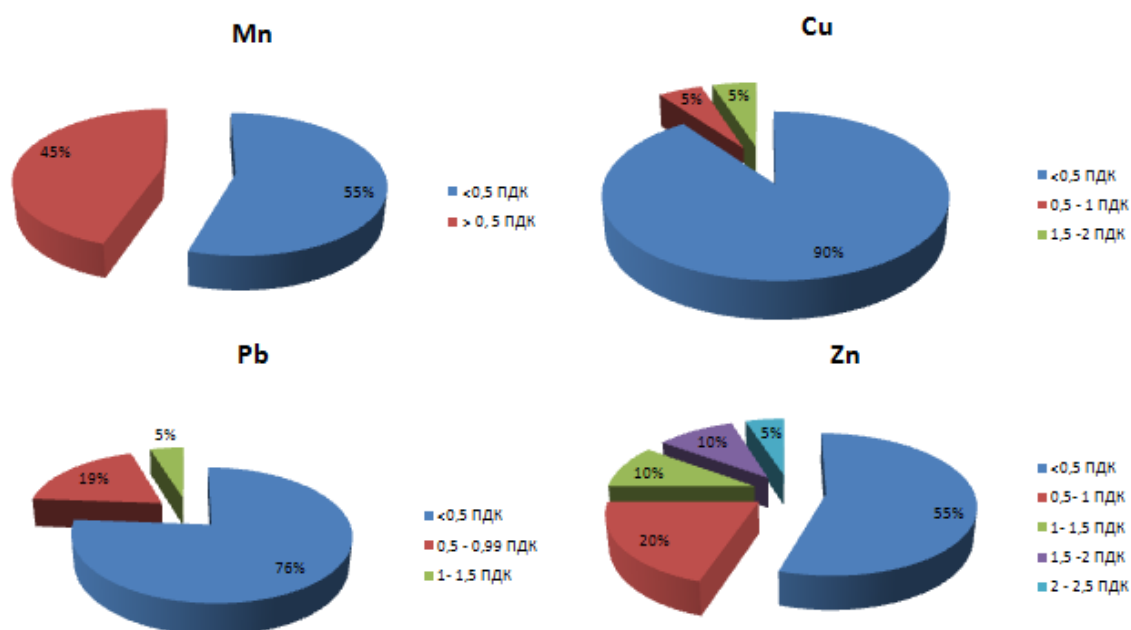


Рис. 21. Загрязнение почвенного покрова селитебной территории МО Metallostroy тяжелыми металлами, в сравнении с ПДК

Cu – Превышение ПДК в одном случае. Zn – превышение ПДК в 1 случае.

Zn – превышение фона, в 1 случае. Превышение ПДК в 5 точках.

Cd – превышение ПДК в 4 точках.

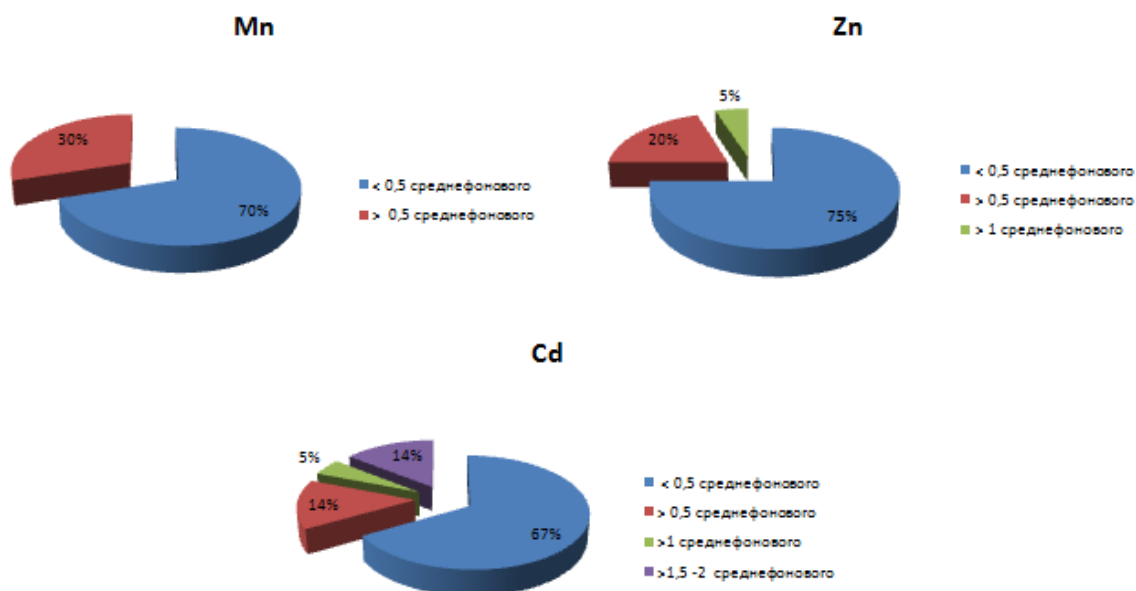


Рис. 22. Загрязнение почвенного покрова селитебной территории МО Металлострой тяжелыми металлами, в сравнении с среднефоновым содержанием по Санкт-Петербургу.

По содержанию Ni в пробах почвы наибольшие значения в отдельно взятых пробах были отмечены на территории МО Металлострой, но в процентном соотношении абсолютное большинство проб (8 из 10) были отобраны на территории Колпинского парка.

Основными источниками загрязнения никелем окружающей среды являются предприятия горнорудной промышленности, цветной металлургии, машиностроения, металлообработки, и химические предприятия. Также определенный процент поступления подвижных форм никеля, обеспечивает теплоэнергетический комплекс, работающий на мазуте и каменном угле и другие производства, использующие в качестве источника энергии ископаемые углеводородные топливные материалы.

В промышленных регионах поступление Ni в окружающую среду складывается из атмосферных выпадений в составе аэрозолей ~ 5 мг/сут., твердых отходов ~ 1126 мг/сут. и сточных вод ~ 9 мг/сут. на человека.

В составе дисперсных пылевых фракций, никель способен распространяться на значительные расстояния от основного источника загрязнения. По исследованиям ученых, в районе работы топливно-энергетических предприятий, промышленно развитых регионах черной, цветной металлургии и нефтехимической промышленности распространение металлов, в составе взвешенных в воздухе частиц, наблюдается в радиусе до 50 км.

Содержание Cr в пробах распределяется следующим образом

Металлострой > Колпино > Пушкин (Значения содержания в пробах близки

между Колпино и Пушкином)

Основными источниками хрома и его соединений в атмосферу являются выбросы предприятий цветной металлургии, машиностроения, металлообработки. Активное рассеяние хрома связано со сжиганием минерального топлива, главным образом, угля. Значительные количества хрома поступают в окружающую среду с промышленными стоками.

Максимальные значения Со были отмечены в образцах, отобранных на территории города Пушкин, и они превышают показатели, зафиксированные для проб из Металлострой и Колпино.

По значениям Zn, Pb, Cd (1-й класс опасности) пробы, отобранные на территории рекреационной зоны в городе Пушкин, превышают значения проб, отобранных на территории рекреационной зоны города Колпино.

Содержание в пробах с рекреационной территории города Пушкин Cu, Mn, Co (второй и третий классы опасности) так же превышает значения проб отобранных в парке города Колпино.

#### 4.3. Анализ почвы на содержание сульфатов.

**Таблица 6. Содержание SO<sub>4</sub><sup>-</sup> в пробах, отобранных на территории МО Металлострой**

Максимальные значения, мг/кг	200
Минимальные значения, мг/кг	75
Максимальные значения pH	8,24
Минимальные значения pH	6,61
Проб с превышением ПДК	2 проба №1 – 200 мг/кг проба №19- 175 мг/кг
ПДК, мг/кг	Предельно допустимая концентрация сульфат-иона 160 мг/кг почвы. СанПиН 42-128-4433-87

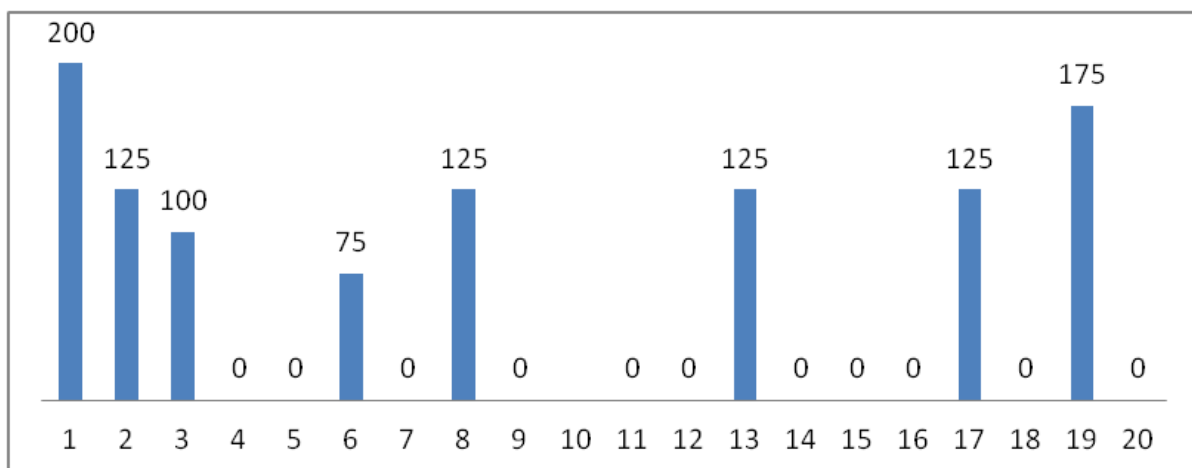


Рис. 23 Диаграмма содержания SO4- ( в мг/кг) в пробах, отобранных на территории селитебной зоны МОMetalлострой (0- ниже чувствительности прибора)

**Таблица 7. Содержание SO4- в пробах, отобранных на территории Колпино.**

Максимальные значения, мг/кг	162,5
Минимальные значения, мг/кг	75
Максимальные значения pH	7,74
Минимальные значения pH	5,36
Проб с превышением ПДК	1 проба №1 – 162,5 мг/кг

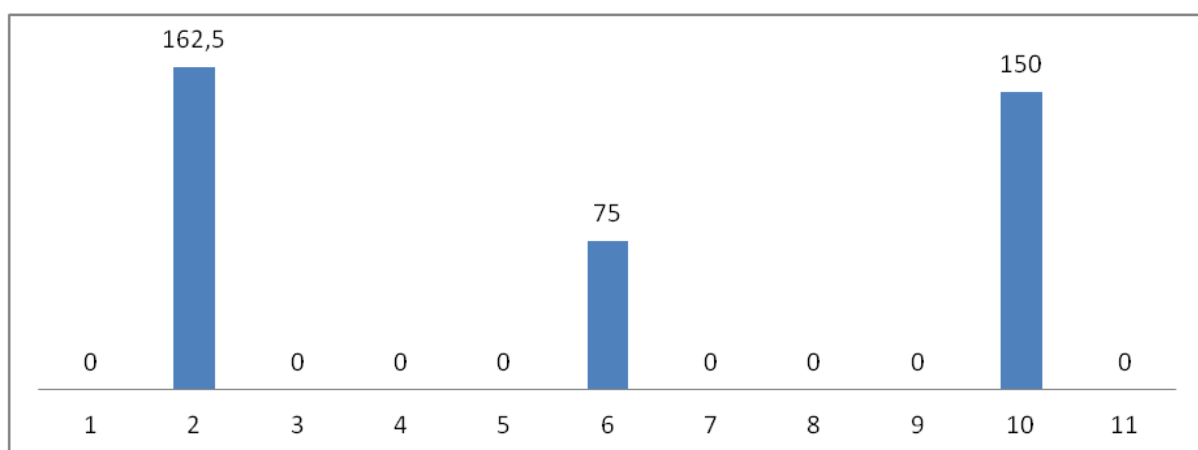


Рис. 24. Диаграмма содержания SO4- ( в мг/кг) в пробах, отобранных на территории рекреационной зоны города Колпино. (0- ниже чувствительности прибора)



**Таблица 8. Содержание SO<sub>4</sub><sup>-</sup> в пробах, отобранных на территории Пушкин**

Максимальные значения, мг/кг	125
Минимальные значения, мг/кг	75
Максимальные значения pH	7,94
Минимальные значения pH	4,5
Проб с превышением ПДК	0

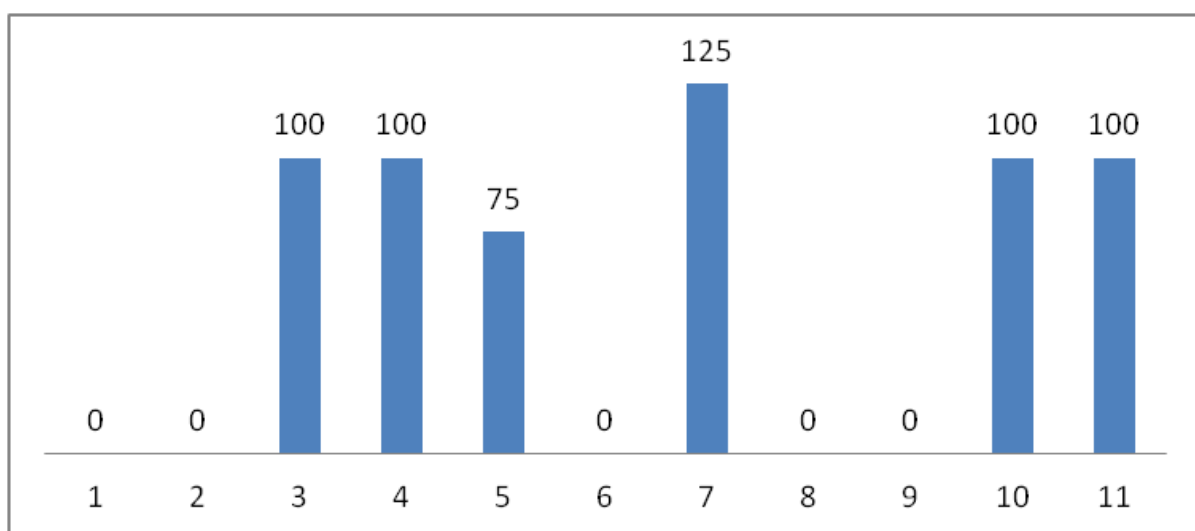


Рис. 25. Диаграмма содержания SO<sub>4</sub><sup>-</sup> (в мг/кг) в пробах, отобранных на территории рекреационной зоны города Колпино. (0- ниже чувствительности прибора)

#### **Колпино.**

Наименьшее содержание сульфатов в почвенном покрове продемонстрировали пробы, отобранные в парковой зоне города Колпино, отмеченное прибором содержание сульфатов, найдено в трех пробах, из них одна превышает содержание по ПДК. Все три пробы продемонстрировавшие наличие сульфатов, территориально расположены в непосредственной близости, от транспортных магистралей, и крупного жилищного массива, на пути преобладающих западных ветров. Точка, образцы проб с которой показали превышение ПДК, расположена в направлении комплекса цехов Ижорского завода (в т.ч. металлургического энергоструктурного комплекса), что так же могло оказать свое влияние.

Наличие большого количества растительности, а также крупных водных преград (реки Ижора) снижают воздействие этих факторов на другие точки пробоотбора.

### **Пушкин.**

Пробы, отобранные на территории парковой зоны города Пушкин, не демонстрируют превышения ПДК, однако большое количество проб (6 из 11, более 50%) показывает наличие сульфатов отмеченное прибором, при этом на карте точки пробоотбора лежат на участке местности, вершиной которого является находящаяся на преобладающем направлении ветра транспортная развязка, которая вероятнее всего и является основным фактором поступления сернистых газов на данную территорию, ландшафт которой и способствует их дальнейшему рассеянию на значительное расстояние, вторичным фактором, вероятно, выступает крупная автомагистраль Павловское шоссе (связывающая крупный жилой массив и пригород, с основной транспортной сетью Пушкинского района). Однако удаленность данного района от основных промышленных и энергоисточников поступления серосодержащих газов в атмосферу, способствуют тому, что в целом данная территория мало подвержена промышленным антропогенным загрязнениям.

### **Металлострой.**

Пробы, отобранные на территории МО Metallострой, продемонстрировали наибольшее содержание сульфатов, среди всех взятых образцов (8 проб, из них 2 с превышением ПДК). Точки пробоотбора также находятся на направлении преобладающего в данной местности ветра, однако обе точки демонстрирующие превышение ПДК, находятся в пределах важных локальных объектов теплоэнергообеспечения (котельных). В пользу их значимого влияния может говорить тот факт, что точки, демонстрирующие повышенное содержание сульфатов по Metallострою в целом, расположены тремя кластерами (1,2,3), (6,8), (13,19,17), при этом два кластера (1,2,3) и (13,19,17) находятся на прямой линии по преобладающему направлению ветра, участок местности характеризуется, отсутствием застройки вовсе или малоэтажной застройкой, обилием прямых открытых пространств, и наличием двух (на территории МО Metallострой) котельных. При этом точки 9,12 расположенные в глубине застроенных территорий, до котельной на улице Садовой не показывают повышенного наличия сульфатов, и точка 20 так же расположенная в глубине дворовых территорий, но после котельной на улице Садовой, так же не показывает наличия превышений.

В свою очередь, фактором усиливающим поступление сернистых газов в атмосферу, как уже указывалось ранее является автотранспортная нагрузка, которая в указанных кластерах представлена двумя внутренними улицами, и магистралью

общегородского значения. Центральная улица, является распределительной магистралью общественного транспорта, приезжающего в город, что возможно усиливает поступление сульфатов в почву, с чем и связано превышение ПДК в точке 19. Улица Богайчука, является распределительной для автомобильного транспорта, местных жителей, она обеспечивает распределение транспорта по жилмассиву вплоть до улицы Садовой. Кластер точек 7,8 расположен в непосредственной близости от Петрозаводского шоссе, которое является магистралью регионального значения, с очень напряженным трафиком, с чем я и связываю повышение содержания сульфатов в пробах, взятых с этих точек. Отсутствие повышения сульфатов, в остальных точках вероятно связано со следующими факторами:

- 1) Характерное физико-химическое строение урбаноземов, включающее в себя повышенную карбонатность, плотность поверхностных слоев, особый водный режим. Это может влиять на поступление внешних загрязнителей, в более глубокие слои почвы, препятствуя или частично нейтрализуя их. Косвенным подтверждением этой гипотезы может выступать рис. 6 на котором представлен процентный состав отобранных почв, по кислотности. Величина кислотности отобранных почв колеблется в широких пределах, но, в основном, представлены образцы с нейтральной и слабощелочной реакцией, причиной тому является попадание в почву большого количества солей кальция и карбонатов со стоками, строительным мусором, цементом и подобными веществами и материалами (Добровольский Г.В. 1997)
- 2) Плотная городская застройка, обеспечивающая барьер на пути воздушных масс (за исключением вышеобозначенного участка, между двумя кластерами)
- 3) Наличие санитарно-защитных полос, выступающих в роли барьера между городом и автомагистралями
- 4) Специфика промышленных предприятий, расположенных вблизи МО Металлострой. Большая часть этих предприятий, в ходе своего производственного цикла, не выбрасывает непосредственно сульфатсодержащие загрязнители, однако этот фактор является фактором незначительного смягчения, поскольку на нужды этих предприятий работает комплекс тепло- и энергообеспечения, так же на удалении от МО Металлострой, имеется ряд предприятий, в состав выбросов которых могут входить сульфаты. Тем не менее, промышленность промзоны Металлострой (ФГУП «Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры им. Д.В.Ефремова» (разработка крупных экспериментальных установок), Weener Plastic Packaging Group

(производитель упаковки), ЗАО «Завод высокочастотных установок» (производство источников питания для индукционного нагрева), ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» (изготовление и монтаж электротехнического оборудования) не относится к основным источникам поступления серосодержащих выбросов в атмосферу. (Отчет по экологической безопасности НИИЭФА за 2013)

#### 4.4. Определение целлюлозолитической активности почв

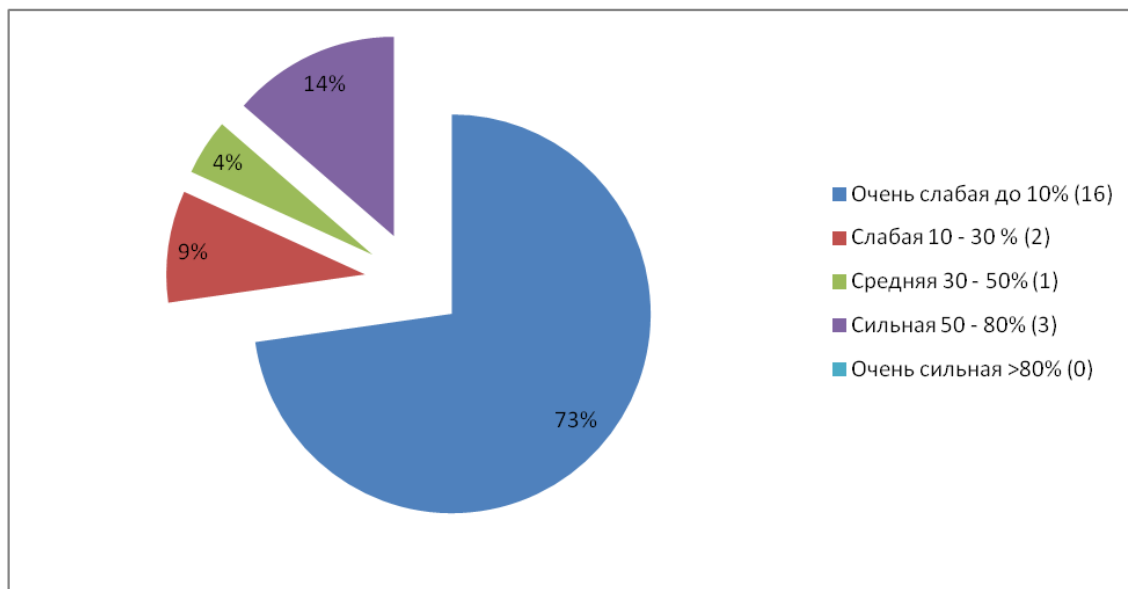


Рис. 26. Соотношение целлюлозолитической активности в пробах, отобранных на территории рекреационной зоны города Пушкин

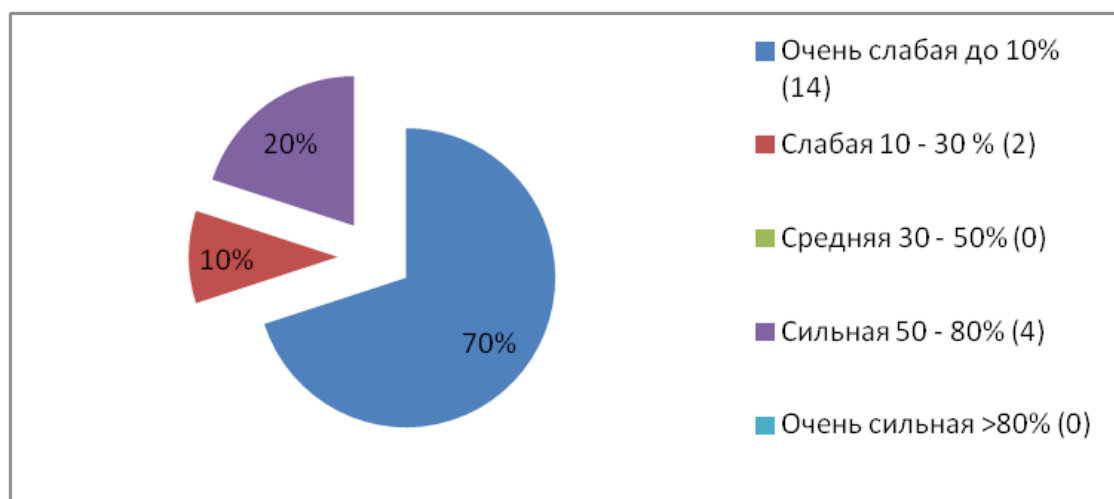
Таблица 9. Целлюлозолитическая активность в пробах, отобранных на территории рекреационной зоны города Пушкин

№ пробы	ЦЛА
1	Средняя (43%)
2	Очень слабая ( < 3%)
3	Очень слабая ( < 1%)
4	Слабая (24%)
5	Очень слабая ( < 1%)
6	Очень слабая (8%)
7	Слабая (29%)
8	Очень слабая (6%)
9	Слабая (22%)

10	Очень слабая ( < 1%)
11	Очень слабая ( < 1%)

**Таблица 9.1. Целлюлозолитическая активность активности в пробах, отобранных на территории рекреационной зоны города Пушкин**

<b>Целлюлозолитическая активность.</b>	<b>Образцы</b>
Очень слабая (<10%)	7
Слабая (10 % - 30%)	3
Средняя (30% - 50%)	1
Сильная (50% - 80%)	0
Очень сильная (>80%)	0



**Рис. 27. Соотношение целлюлозолитической активности в пробах, отобранных на территории рекреационной зоны Колпино.**

**Таблица 10. Определение целлюлозолитической активности в пробах почвы, отобранных на территории рекреационной зоны города Колпино.**

<b>№ пробы</b>	<b>ЦЛА</b>
1	Средняя (~50%)
2	Очень слабая ( 2%)
3	Очень слабая ( < 1%)

4	Очень слабая ( < 1%)
5	Очень слабая ( < 1%)
6	Очень слабая ( < 1%)
7	Очень слабая ( < 1%)
8	Очень слабая ( 4%)
9	Слабая (12%)
10	Сильная (62%)

**Таблица 10.1. Определение целлюлозолитической активности в пробах почвы, отобранных на территории рекреационной зоны города Колпино.**

<b>Целлюлозолитическая активность.</b>	<b>Образцы</b>
Очень слабая (<10%)	7
Слабая (10 % - 30%)	1
Средняя (30% - 50%)	1
Сильная (50% - 80%)	1
Очень сильная (>80%)	0

**Таблица 11. Определение целлюлозолитической активности в пробах почвы, отобранных на территории селитебной зоны МОMetalлострой**

<b>Целлюлозолитическая активность.</b>	<b>Образцы</b>
Очень слабая (<10%)	7
Слабая (10 % - 30%)	5
Средняя (30% - 50%)	4
Сильная (50% - 80%)	4
Очень сильная (>80%)	0

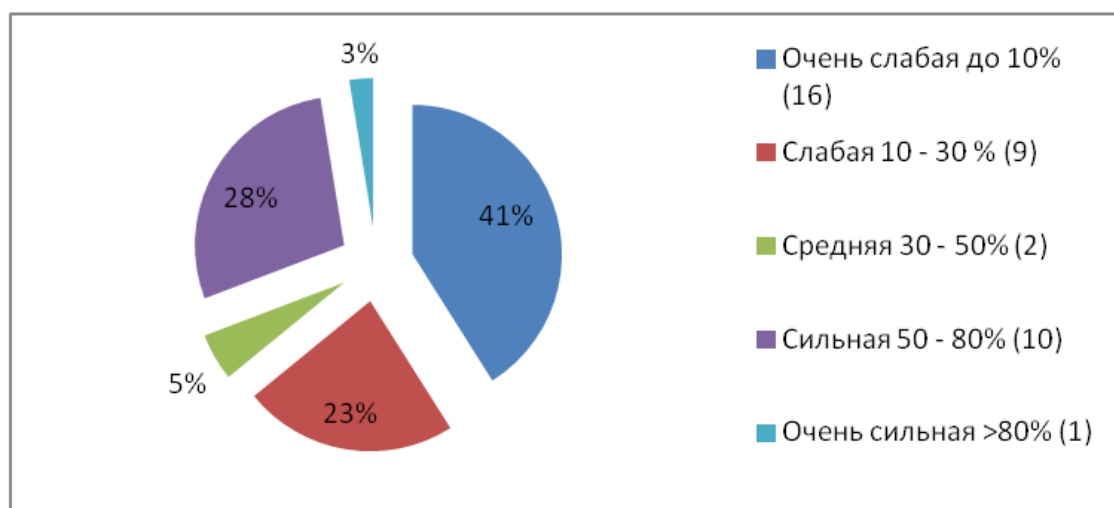


Рис. 28. Определение целлюлозолитической активности в пробах почвы, отобранных на территории селитебной зоны МОMetalлострой

Таблица 11.1. Определение целлюлозолитической активности в пробах почвы, отобранных на территории селитебной зоны МОMetalлострой.

№ пробы	ЦЛА
1	Средняя (38%)
2	Слабая (12%)
3	Средняя (34%)
4	Очень слабая (6%)
5	Очень слабая ( < 1%)
6	Слабая (16%)
7	Слабая (25%)
8	Очень слабая (4%)
9	Очень слабая ( < 1%)
10	Сильная (~50%)
11	Средняя (47%)
12	Очень слабая ( 8%)
13	Слабая (19%)
14	Очень слабая ( < 1%)
15	Сильная (~50%)
16	Средняя (36%)
17	Очень слабая ( < 1%)

18	Сильная (~50%)
19	Сильная (~50%)
20	Слабая (10%)

Из 41 отобранного образца проб почвы, 21 демонстрирует очень слабую целлюлозолитическую активность. 9 – слабую. 6- среднюю. 5- сильную. Очень сильной целлюлозоразлагающей активности, в исследованных образцах не отмечено. Образцы, отобранные на территориях МОMetalлострой и парковой зоне Колпино, демонстрировали различные варианты ЦРА, в том числе сильную разлагающую активность.

Образцы, взятые в Пушкине, не демонстрировали сильной целлюлозоразлагающей реакции.

#### 4.5. Определение величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками

**Таблица 12. Определение величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками, на территории МОMetalлострой.** (Данные приводятся по результатам 4-х дневного наблюдения за каждым отмеченным участком. Расчет произведен программой "Магистраль-Город" версии 2.3.3.41)

Магистраль: <b>Петрозаводское шоссе</b>				
Участок: <b>Металлострой Петрозаводское шоссе, восточная сторона селитебной зоны.</b>				
Данные о перегоне				
Координаты	X	Y	Z (ср. ширина)	
(начало)	59,815587	30,575407	5,0	
(конец)	59,814755	30,577256		
Длина участка, м	150			
Данные о транспортном потоке				
Тип автомашин, шт/час (Gk)	Правое напр.	Левое напр.	Скорость, км/ч	Коэф. влияния скорости (rv)
Легковые	172	234	10	1,35
Легковые дизельные	14	12	10	1,35
Грузовые карбюраторные до 3 т.	22	25	10	1,35
Грузовые карбюраторные от 3 т.	17	8,0	10	1,35
Автобусы карбюраторные	1,0	2,0	10	1,35
Грузовые дизельные	29	12	10	1,35
Автобусы дизельные	8,0	4,0	10	1,35
Грузовые газобаллонные	5,0	4,0	10	1,35
Данные о выбросах на участке				
Название вещества	Код	Выброс, г/с		
Оксид углерода:	0337	0,26251313		
Общий выброс оксидов азота:		0,02058194		



Продолжение таблицы 12.

Монооксид азота:	0304	0,00267565
Диоксид азота:	0301	0,01646556
Углеводороды, бензин:	2704	0,03315563
Углеводороды, керосин:	2732	0,00619688
Углеводороды, газ:	0410	0,00021938
Сажа:	0328	0,00034687
Диоксид серы:	0330	0,00221212
Соединения свинца:	0184	0,00018532
Формальдегид:	1325	0,00030829
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000003
<b>Данные о левом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		15
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		1,0
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		100
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		220
Легковые дизельные		10
Грузовые карбюраторные до 3 т.		22
Грузовые карбюраторные от 3 т.		0
Автобусы карбюраторные		0
Грузовые дизельные		29
Автобусы дизельные		8
Грузовые газобаллонные		12
<i>Данные о выбросах на левом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	6,8399375
Общий выброс оксидов азота:		0,272625
Монооксид азота:	0304	0,03544125
Диоксид азота:	0301	0,2181
Углеводороды, бензин:	2704	0,48125
Углеводороды, керосин:	2732	0,078625
Углеводороды, газ:	0410	0,0195
Сажа:	0328	0,019375
Диоксид серы:	0330	0,03784375
Соединения свинца:	0184	0,00669625
Формальдегид:	1325	0,005105
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000503
<b>Данные о правом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		15
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		1,0
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		100
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		160
Легковые дизельные		3
Грузовые карбюраторные до 3 т.		0
Грузовые карбюраторные от 3 т.		7
Автобусы карбюраторные		2

Продолжение таблицы 12.

Грузовые дизельные		14
Автобусы дизельные		5
Грузовые газобаллонные		6
<i>Данные о выбросах на правом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	5,0955
Общий выброс оксидов азота:		0,158375
Монооксид азота:	0304	0,02058875
Диоксид азота:	0301	0,1267
Углеводороды, бензин:	2704	0,4125
Углеводороды, керосин:	2732	0,0401875
Углеводороды, газ:	0410	0,00975
Сажа:	0328	0,00959375
Диоксид серы:	0330	0,0221
Соединения свинца:	0184	0,00482188
Формальдегид:	1325	0,00318
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000313

**Таблица 13. Определение величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками, на территории МО Металлострой.** (Данные приводятся по результатам 4-х дневного наблюдения за каждым отмеченным участком. Расчет произведен программой "Магистраль-Город" версии 2.3.3.41)

Магистраль: Улица Центральная-Железнодорожная				
Участок: Железнодорожный переезд				
Данные о перегоне				
Координаты	X	Y	Z (ср. ширина)	
(начало)	59,804202	30,567866	5,0	
(конец)	59,806493	30,571292		
Длина участка, м	300			
Данные о транспортном потоке				
Тип автомашин, шт/час (Gk)	Правое напр.	Левое напр.	Скорость, км/ч	Коэф. влияния скорости (rv)
Легковые	22	18	15	1,28
Легковые дизельные	0	0	15	1,28
Грузовые карбюраторные до 3 т.	15	0	15	1,28
Грузовые карбюраторные от 3 т.	0	15	15	1,28
Автобусы карбюраторные	0	0	15	1,28
Грузовые дизельные	30	27	15	1,28
Автобусы дизельные	4,0	2,0	15	1,28
Грузовые газобаллонные	8,0	3,0	15	1,28
Данные о выбросах на участке				
Название вещества	Код	Выброс, г/с		
Оксид углерода:	0337	0,27678578		
Общий выброс оксидов азота:		0,03938889		
Монооксид азота:	0304	0,00512056		

Продолжение таблицы 13.

Диоксид азота:	0301	0,03151111
Углеводороды, бензин:	2704	0,03253333
Углеводороды, керосин:	2732	0,02709333
Углеводороды, газ:	0410	0,00101689
Сажа:	0328	0,001344
Диоксид серы:	0330	0,00645902
Соединения свинца:	0184	0,00011698
Формальдегид:	1325	0,0010469
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000005
<b>Данные о левом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		1,0
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		10
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		100
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		24
Легковые дизельные		0
Грузовые карбюраторные до 3 т.		5
Грузовые карбюраторные от 3 т.		7
Автобусы карбюраторные		1
Грузовые дизельные		25
Автобусы дизельные		2
Грузовые газобаллонные		8
<i>Данные о выбросах на левом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	1,622125
Общий выброс оксидов азота:		0,10627083
Монооксид азота:	0304	0,01381521
Диоксид азота:	0301	0,08501667
Углеводороды, бензин:	2704	0,14316667
Углеводороды, керосин:	2732	0,03466667
Углеводороды, газ:	0410	0,00866667
Сажа:	0328	0,00804167
Диоксид серы:	0330	0,01125417
Соединения свинца:	0184	0,00078792
Формальдегид:	1325	0,00207875
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000126
<b>Данные о правом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		1,0
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		10
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		100
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		30
Легковые дизельные		0
Грузовые карбюраторные до 3 т.		22
Грузовые карбюраторные от 3 т.		12
Автобусы карбюраторные		0
Грузовые дизельные		26

Продолжение таблицы 13.

Автобусы дизельные		2
Грузовые газобаллонные		12
<i>Данные о выбросах на правом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	2,59133333
Общий выброс оксидов азота:		0,12120833
Монооксид азота:	0304	0,01575708
Диоксид азота:	0301	0,09696667
Углеводороды, бензин:	2704	0,27091667
Углеводороды, керосин:	2732	0,03591667
Углеводороды, газ:	0410	0,013
Сажа:	0328	0,00833333
Диоксид серы:	0330	0,01385833
Соединения свинца:	0184	0,00135583
Формальдегид:	1325	0,00234917
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000175

**Таблица 14. Определение величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками, на территории города Колпино.** (Данные приводятся по результатам 4-х дневного наблюдения за каждым отмеченным участком. Расчет произведен программой "Магистраль-Город" версии 2.3.3.41)

Магистраль: Пролетарская-Ремизова				
Участок: Въезд и выезд на Большой Ижорский мост со стороны улицы Пролетарской.				
Данные о перегоне				
Координаты	X	Y	Z (ср. ширина)	
(начало)	59,740604	30,594867	5,0	
(конец)	59,740594	30,593436		
Длина участка, м	80			
Данные о транспортном потоке				
Тип автомашин, шт/час (Gk)	Правое напр.	Левое напр.	Скорость, км/ч	Коэф. влияния скорости (rv)
Легковые	323	298	15	1,28
Легковые дизельные	0	0	15	1,28
Грузовые карбюраторные до 3 т.	19	16	15	1,28
Грузовые карбюраторные от 3 т.	0	0	15	1,28
Автобусы карбюраторные	0	0	15	1,28
Грузовые дизельные	6,0	5,0	15	1,28
Автобусы дизельные	5,0	7,0	15	1,28
Грузовые газобаллонные	0	0	15	1,28
Данные о выбросах на участке				
Название вещества	Код	Выброс, г/с		
Оксид углерода:	0337	0,04889956		
Общий выброс оксидов азота:		0,00376278		
Монооксид азота:	0304	0,00048916		
Диоксид азота:	0301	0,00301022		

Продолжение таблицы 14.

Углеводороды, бензин:	2704	0,00575858
Углеводороды, керосин:	2732	0,00053689
Углеводороды, газ:	0410	0
Сажа:	0328	0,0000256
Диоксид серы:	0330	0,00027712
Соединения свинца:	0184	0,00004322
Формальдегид:	1325	0,00003789
Бенз(а)пирен:	0703	0,0
<b>Данные о левом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		18
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		1,0
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		60
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		120
Легковые дизельные		4
Грузовые карбюраторные до 3 т.		3
Грузовые карбюраторные от 3 т.		5
Автобусы карбюраторные		1
Грузовые дизельные		8
Автобусы дизельные		4
Грузовые газобаллонные		3
<i>Данные о выбросах на левом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	4,5144
Общий выброс оксидов азота:		0,1294125
Монооксид азота:	0304	0,01682362
Диоксид азота:	0301	0,10353
Углеводороды, бензин:	2704	0,3783
Углеводороды, керосин:	2732	0,0321
Углеводороды, газ:	0410	0,00585
Сажа:	0328	0,00795
Диоксид серы:	0330	0,01935
Соединения свинца:	0184	0,00440325
Формальдегид:	1325	0,00260175
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000274
<b>Данные о правом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		18
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		1,0
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		80
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		150
Легковые дизельные		2
Грузовые карбюраторные до 3 т.		8
Грузовые карбюраторные от 3 т.		9
Автобусы карбюраторные		2
Грузовые дизельные		14
Автобусы дизельные		6

Продолжение таблицы 14.		
Грузовые газобаллонные		0
<i>Данные о выбросах на правом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	6,23835
Общий выброс оксидов азота:		0,1944
Продолжение таблицы 14.		
Монооксид азота:	0304	0,025272
Диоксид азота:	0301	0,15552
Углеводороды, бензин:	2704	0,58065
Углеводороды, керосин:	2732	0,05085
Углеводороды, газ:	0410	0
Сажа:	0328	0,011925
Диоксид серы:	0330	0,027315
Соединения свинца:	0184	0,00585075
Формальдегид:	1325	0,004062
Бенз(а)пирен:	0703	0,0000038

**Таблица 15. Определение величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками, на территории города Колпино.** (Данные приводятся по результатам 4-х дневного наблюдения за каждым отмеченным участком. Расчет произведен программой "Магистраль-Город" версии 2.3.3.41)

Магистраль: Бульвар Свободы				
Участок: Параллельно Большому Ижорскому мосту				
Данные о перегоне				
Координаты	X	Y	Z (ср. ширина)	
(начало)	59,747722	30,596914	5,0	
(конец)	59,747429	30,599303		
Длина участка, м	135			
Данные о транспортном потоке				
Тип автомашин, шт/час (Gk)	Правое напр.	Левое напр.	Скорость, км/ч	Коэф. влияния скорости (rv)
Легковые	316	258	10	1,35
Легковые дизельные	14	12	10	1,35
Грузовые карбюраторные до 3 т.	13	7,0	10	1,35
Грузовые карбюраторные от 3 т.	0	2,0	10	1,35
Автобусы карбюраторные	0	0	10	1,35
Грузовые дизельные	0	0	10	1,35
Автобусы дизельные	11	9,0	10	1,35
Грузовые газобаллонные	0	1,0	10	1,35
Данные о выбросах на участке				
Название вещества	Код	Выброс, г/с		
Оксид углерода:	0337	0,30073312		
Общий выброс оксидов азота:		0,02293861		
Монооксид азота:	0304	0,00298202		
Диоксид азота:	0301	0,01835089		

Продолжение таблицы 15.

Углеводороды, бензин:	2704	0,03438525
Углеводороды, керосин:	2732	0,00325406
Углеводороды, газ:	0410	0,00006581
Сажа:	0328	0,00020625
Диоксид серы:	0330	0,00181828
Соединения свинца:	0184	0,00027261
Формальдегид:	1325	0,00024136
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000003
<b>Данные о правом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		18
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		1,0
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		130
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		158
Легковые дизельные		6
Грузовые карбюраторные до 3 т.		8
Грузовые карбюраторные от 3 т.		0
Автобусы карбюраторные		0
Грузовые дизельные		0
Автобусы дизельные		5
Грузовые газобаллонные		1
<i>Данные о выбросах на правом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	4,694775
Общий выброс оксидов азота:		0,094275
Монооксид азота:	0304	0,01225575
Диоксид азота:	0301	0,07542
Углеводороды, бензин:	2704	0,35625
Углеводороды, керосин:	2732	0,018075
Углеводороды, газ:	0410	0,00195
Сажа:	0328	0,00495
Диоксид серы:	0330	0,0183
Соединения свинца:	0184	0,005496
Формальдегид:	1325	0,001827
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000288

**Таблица 16. Определение величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками, на территории города Пушкин.** (Данные приводятся по результатам 4-х дневного наблюдения за каждым отмеченным участком. Расчет произведен программой "Магистраль-Город" версии 2.3.3.41)

Магистраль: <b>Московское шоссе</b>			
Участок: <b>Между железнодорожным переездом и Софийским бульваром</b>			
<b>Данные о перегоне</b>			
Координаты	X	Y	Z (ср. ширина)
(начало)	59,712898	30,432035	5,0
(конец)	59,712788	30,433944	

Продолжение таблицы 16.

Длина участка, м	960			
Данные о транспортном потоке				
Тип автомашин, шт/час (Gk)	Правое напр.	Левое напр.	Скорость, км/ч	Коэф. влияния скорости (rv)
Легковые	340	118	15	1,28
Легковые дизельные	0	0	15	1,28
Грузовые карбюраторные до 3 т.	7,0	13	15	1,28
Грузовые карбюраторные от 3 т.	0	0	15	1,28
Автобусы карбюраторные	0	0	15	1,28
Грузовые дизельные	1,0	8,0	15	1,28
Автобусы дизельные	2,0	3,0	15	1,28
Грузовые газобаллонные	0	0	15	1,28
Данные о выбросах на участке				
Название вещества	Код	Выброс, г/с		
Оксид углерода:	0337	2,448832		
Общий выброс оксидов азота:		0,18052833		
Монооксид азота:	0304	0,02346868		
Диоксид азота:	0301	0,14442267		
Углеводороды, бензин:	2704	0,27966507		
Углеводороды, керосин:	2732	0,00792533		
Углеводороды, газ:	0410	0		
Сажа:	0328	0,0003776		
Диоксид серы:	0330	0,00996309		
Соединения свинца:	0184	0,00232218		
Формальдегид:	1325	0,00110374		
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000022		
Данные о левом перекрестке				
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)			1,0	
Длительность действия стоп-сиганала, мин (Р)			10	
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)			900	
Усредненные данные о транспортном потоке				
Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)				
Легковые		200		
Легковые дизельные		4		
Грузовые карбюраторные до 3 т.		6		
Грузовые карбюраторные от 3 т.		0		
Автобусы карбюраторные		0		
Грузовые дизельные		2		
Автобусы дизельные		3		
Грузовые газобаллонные		0		
Данные о выбросах на левом перекрестке				
Название вещества	Код	Выброс, г/с		
Оксид углерода:	0337	3,13845833		
Общий выброс оксидов азота:		0,060375		
Монооксид азота:	0304	0,00784875		
Диоксид азота:	0301	0,0483		
Углеводороды, бензин:	2704	0,23333333		



Продолжение таблицы 16.

Углеводороды, керосин:	2732	0,008625
Углеводороды, газ:	0410	0
Сажа:	0328	0,00229167
Диоксид серы:	0330	0,01125
Соединения свинца:	0184	0,00378417
Формальдегид:	1325	0,0010925
Бенз(а)пирен:	0703	0,0000019

**Таблица 17. Определение величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками, на территории города Пушкин.** (Данные приводятся по результатам 4-х дневного наблюдения за каждым отмеченным участком. Расчет произведен программой "Магистраль-Город" версии 2.3.3.41)

Магистраль: <b>Павловское шоссе</b>				
Участок: <b>Пешеходный островок.</b>				
Данные о перегоне				
Координаты	X	Y	Z (ср. ширина)	
(начало)	59,702154	30,421102	5,0	
(конец)	59,703049	30,420023		
Длина участка, м	120			
Данные о транспортном потоке				
Тип автомашин, шт/час (Gk)	Правое напр.	Левое напр.	Скорость, км/ч	Коэф. влияния скорости (rv)
Легковые	312	312	20	1,2
Легковые дизельные	0	5,0	20	1,2
Грузовые карбюраторные до 3 т.	25	21	20	1,2
Грузовые карбюраторные от 3 т.	0	0	20	1,2
Автобусы карбюраторные	0	0	20	1,2
Грузовые дизельные	4,0	2,0	20	1,2
Автобусы дизельные	2,0	1,0	20	1,2
Грузовые газобаллонные	0	0	20	1,2
Данные о выбросах на участке				
Название вещества	Код	Выброс, г/с		
Оксид углерода:	0337	0,25324133		
Общий выброс оксидов азота:		0,01859722		
Монооксид азота:	0304	0,00241764		
Диоксид азота:	0301	0,01487778		
Углеводороды, бензин:	2704	0,03081		
Углеводороды, керосин:	2732	0,00100333		
Углеводороды, газ:	0410	0		
Сажа:	0328	0,00005467		
Диоксид серы:	0330	0,00105667		
Соединения свинца:	0184	0,00021788		
Продолжение таблицы 17.				
Формальдегид:	1325	0,00011713		
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000002		

Продолжение таблицы 17.

<b>Данные о левом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		18
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		1,0
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		80
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		110
Легковые дизельные		2
Грузовые карбюраторные до 3 т.		3
Грузовые карбюраторные от 3 т.		3
Автобусы карбюраторные		1
Грузовые дизельные		2
Автобусы дизельные		2
Грузовые газобаллонные		1
<i>Данные о выбросах на левом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	3,70305
Общий выброс оксидов азота:		0,0731625
Монооксид азота:	0304	0,00951113
Диоксид азота:	0301	0,05853
Углеводороды, бензин:	2704	0,31515
Углеводороды, керосин:	2732	0,01155
Углеводороды, газ:	0410	0,00195
Сажа:	0328	0,002925
Диоксид серы:	0330	0,012705
Соединения свинца:	0184	0,00396075
Формальдегид:	1325	0,00145875
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000209
<b>Данные о правом перекрестке</b>		
Кол-во циклов действия стоп-сигнала за 20 мин (Т)		18
Длительность действия стоп-сигнала, мин (Р)		1,0
Ср. длина очереди автомобилей перед светофором, м (L0)		60
<i>Усредненные данные о транспортном потоке</i>		
<i>Тип автомашин, шт/20 мин (Gk)</i>		
Легковые		60
Легковые дизельные		2
Грузовые карбюраторные до 3 т.		3
Грузовые карбюраторные от 3 т.		3
Автобусы карбюраторные		1
Грузовые дизельные		3
Автобусы дизельные		2
Грузовые газобаллонные		3
<i>Данные о выбросах на правом перекрестке</i>		
<i>Название вещества</i>	<i>Код</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода:	0337	2,508525
Общий выброс оксидов азота:		0,0618375
Монооксид азота:	0304	0,00803888
Диоксид азота:	0301	0,04947
Углеводороды, бензин:	2704	0,2214

Продолжение таблицы 17.

Углеводороды, керосин:	2732	0,0138
Углеводороды, газ:	0410	0,00585
Сажа:	0328	0,00345
Диоксид серы:	0330	0,0096675
Соединения свинца:	0184	0,00231075
Формальдегид:	1325	0,00127725
Бенз(а)пирен:	0703	0,00000144

По результатам наблюдений в часы пик, ситуация осложнена на всех исследуемых магистралях, но по разным причинам. Петрозаводское шоссе отличается серьезной загруженностью, проходя через ряд населенных пунктов, оно аккумулирует входящий и исходящий трафик, создавая вблизи от селитебной зоны МО Металлострой пятикилометровую полосу с ограниченным движением ( $<10 \text{ км/ч}$ ) непосредственно на территории МО Металлострой, вклад в создание ограниченного движения вносят регулируемые и нерегулируемые перекрестки.

Расположенная с западной стороны МО Металлострой улица Центральная-Железнодорожная, аккумулирует грузопассажирский трафик направленный в промзону «Металлострой» и транзитом на Софийскую улицу. Такая дорожная активность приводит к тому, что с западной стороны города существует спорадический очаг затрудненного движения, появление которого связано с блокировкой движения при прохождении железнодорожного транспорта.

Транзитные магистрали города Колпино, соединяют два берега реки Ижора, аккумулируя на себя до 70% трафика, проходящего через город, за счет своего местоположения. Объемы трафика на этом направлении отличаются стабильностью, можно говорить о существовании затрудненного движения, поскольку объемы дорожно-транспортной активности на данный момент серьезно превосходят регулировочные возможности автоматических систем.

Транзитное положение города Пушкин обеспечивает стабильно высокую загрузку магистралей Павловского шоссе и Московского шоссе, поскольку обе эти магистрали связывают районы активного заселения с основной дорожной сетью города. Затрудненное положение на этом направлении связано с существованием регулируемых железнодорожных переездов, активность которых в часы пик может обеспечивать более чем 20 минутные паузы в движении, перенося нагрузку на Павловское шоссе, которое оборудовано проездом независимым от активности железнодорожного транспорта.

## Глава 5. Выводы

Оценка гигиенического состояния рекреационных зон, по величине суммарного показателя  $Z_c$  носит, как правило, информационный характер, и отражает главным образом дифференциацию загрязнения воздушного бассейна исследуемых территорий (участков) тяжелыми металлами 1,2 и 3 класса экологической опасности, и другими поллютантами проводится по оценочной шкале приведенной в таблице 18. При такой оценке выявляется общая структура распространения загрязнения почв и грунтов.

$Z_c$  — суммарный показатель загрязнения.  $Z_c$  представляет собой сумму коэффициентов концентрации ( $K_c$ ) токсикантов (загрязнителей) I, II и III классов токсикологической опасности по отношению к фоновым значениям. Он рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1),$$

где  $K_c$  — коэффициент концентрации  $i$ -го химического элемента,  $n$  — число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию.

Коэффициент концентрации ( $K_c$ ) рассчитывается по формуле:

$$K_c = C_i / C_{\text{фон}},$$

где  $C_i$  — фактическое содержание элемента;  $C_{\text{фон}}$  — геохимический фон.

**Таблица 18. Уровни загрязнения почвенного покрова по суммарному загрязнению тяжелыми металлами.**

Уровень загрязнения	Суммарный показатель загрязнения почв ( $Z_c$ )	Воздействие на здоровье человека
Низкий	8–16	Наиболее низкие показатели заболеваемости детей, частота встречаемости функциональных отклонений минимальна
Средний	16–32	Повышение уровня общей заболеваемости населения
Высокий	32–128	Высокий уровень общей заболеваемости, рост числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Очень высокий	>128	Высокий уровень заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)



Рис. 29 Значения коэффициента суммарного загрязнения почв, для всех исследованных территорий.

Используя значения, полученные при анализе подвижных форм тяжелых металлов, и значения фоновых концентраций по Санкт-Петербургу удалось получить следующие показатели суммарного загрязнения почв.

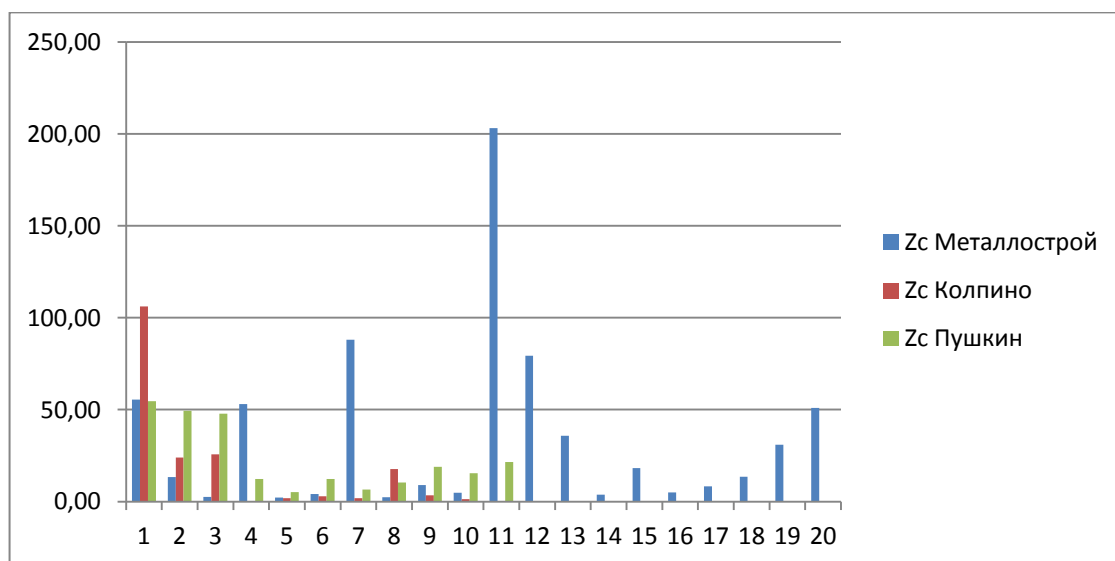


Рис. 30. Изменение коэффициента суммарного почвенного загрязнения Zc для всех исследуемых территорий.

Сравнивая полученные результаты с таблицей 18, можно сделать следующие выводы:

Наиболее низкий средний Zc, получен для рекреационной зоны города Колпино, он составляет 18,52. Для рекреационной зоны города Пушкин, коэффициент составляет 23,14. Почвы селитебной территории МО Металлострой относятся к почвам с высоким уровнем загрязнения с Zc= 34,22.

*Карты-схемы экологического состояния исследуемых территорий.*

**Условные сокращения.**

ЦА- целлюлозоразлагающая активность.

О.сл. – очень слабая.

Сл. – слабая

Ср.- средняя

Сил. – сильная

pН- кислотность почвы.

Сл. щ. – слабощелочная

Ср. щ. – среднещелочная

Н. – нейтральная

Сл.к – слабокислая

Ср.к – среднекислая

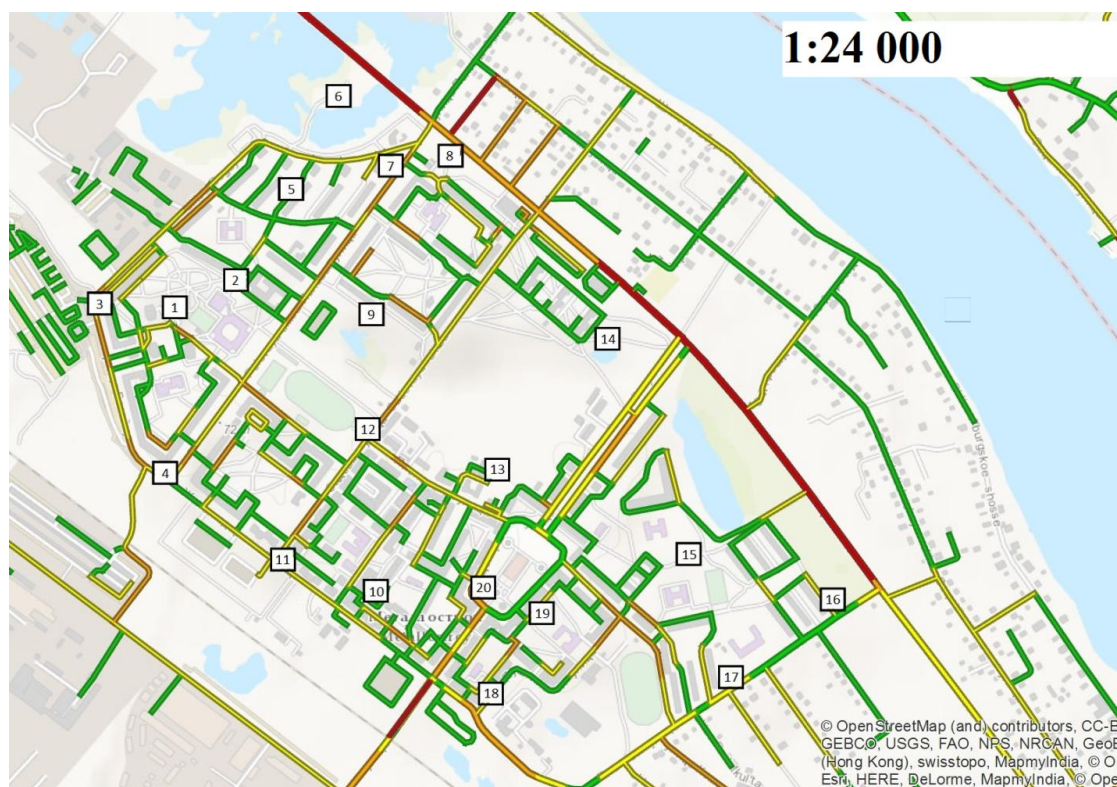


Рис. 31. Схема экологического состояния территории селитебной зоны МО Металлострой, по результатам проведенных исследований. (Зеленые насаждения общего пользования №№ 6, 7, 14; зона рекреационного назначения №№ 3, 4, 6, 7, 11, 17, 18; внутриквартально озеленение №№ 1, 2, 5, 10, 11, 15, 19)

**Таблица 19. Легенда к рис. 31.**

№	Mn с.ф	Mn ПДК	Cu ПДК	Zn	Zn ПДК	Cd с. фон	Pb ПДК	Zc	SO4- ПДК	ЦА	pH
1	> 0,5	0,5-0,99		> 1	2- 2,5	>1,5 -2	0,5-0,99	(32 - 128)	1 - 1,5	Сл.	Сл.щ
2	> 0,5	0,5-0,99		> 0,5	1- 1,5	> 0,5		16 <	0,5-0,99	О.сл	Сл.щ
3								16 <	0,5-0,99	Сл.	Сл.щ
4	> 0,5	0,5-0,99						(32 - 128)		О.сл	Ср.щ
5								16 <		О.сл	Н.
6			1,5 - 2				0,5-0,99	16 <	< 0,5	О.сл	Н.
7	> 0,5	0,5-0,99				>1		(32 - 128)		Сл.	Ср.щ
8								16 <	0,5-0,99	О.сл	Сл.щ
9					0,5-0,99		1- 1,5	16 <		О.сл	Сл.щ
10					0,5-0,99			16 <		Сил	Н.
11	> 0,5	0,5-0,99	0,5-0,99		0,5-0,99	>1,5 -2		> 128		Ср.	Ср.щ
12		0,5-0,99						(32 - 128)		О.сл	Ср.щ
13		0,5-0,99		> 0,5	1,5 -2	> 0,5		(32 - 128)	0,5-0,99	О.с	Сл.щ
14								16 <		О.сл	Сл.щ
15								(16-32)		Сил	Н.
16				> 0,5	1- 1,5			16 <		Сл.	Сл.щ
17					0,5-0,99		0,5-0,99	16 <	0,5-0,99	О.сл	Н.
18		0,5-0,99		> 0,5	1,5 -2	> 0,5	0,5-0,99	16 <		Сил	Сл.щ
19						>1,5 -2		(16-32)	1 - 1,5	Сил	Сл.щ
20	> 0,5	0,5-0,99						(32 - 128)		О.сл	Ср.щ

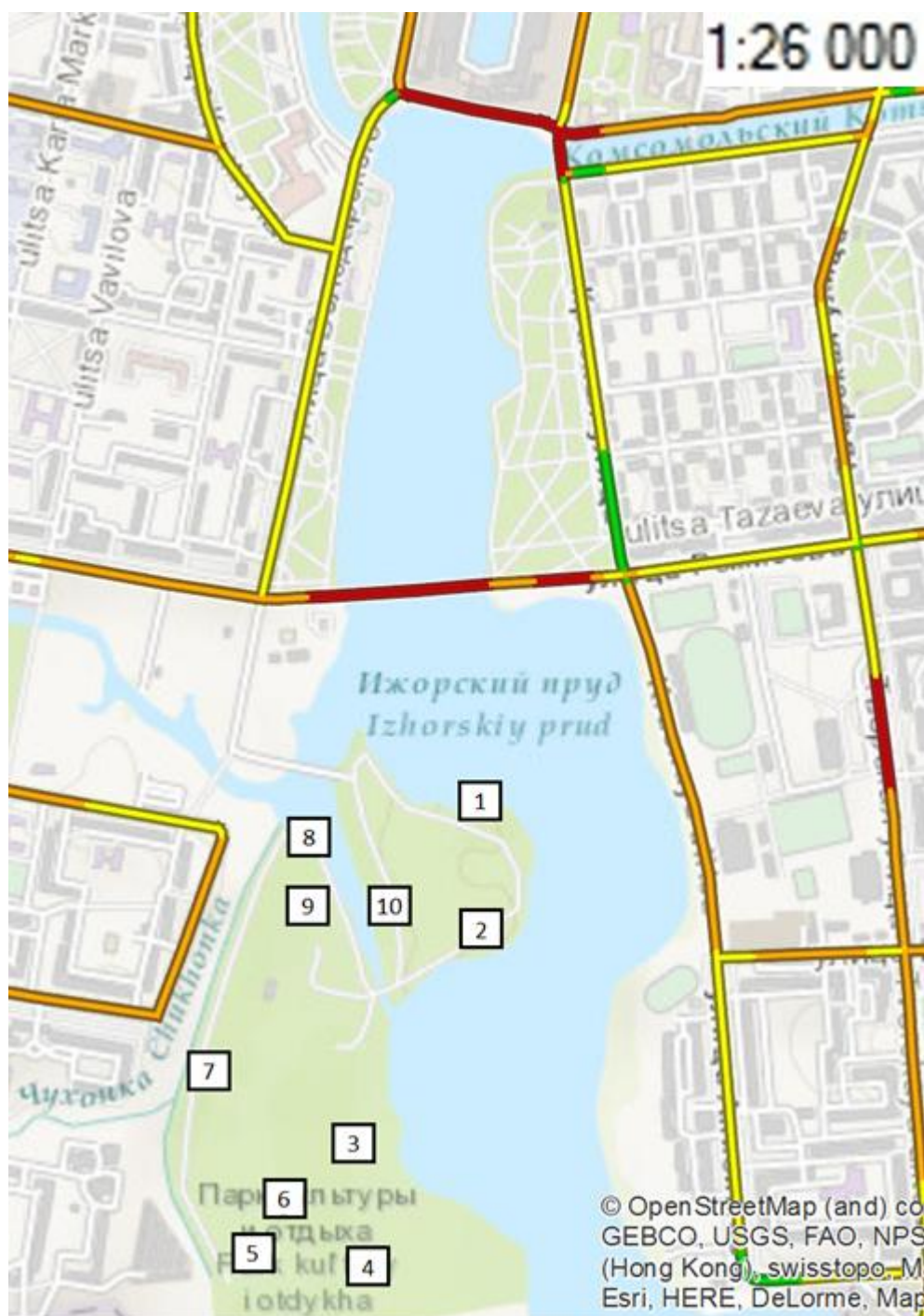


Рис. 32. Схема экологического состояния территории рекреационной зоны города Колпино, по результатам проведенных исследований. (Зона макс. функциональной нагрузки №№ - 1, 2, 8, 9, 10 ; заброшенная свалка строительного мусора- 4, 5, 6; зона строительства новой части Заводского проспекта №№ - 4, 5)



№	Mn ПДК	Cu ПДК	Pb ПДК	Cd фон	Cd ПДК	Коэф. Zc	SO4-	ЦЛА Min	pH
1	0,5-1 ПДК		0,5-1 ПДК	> 0,5 ср.фон	0,5-1 ПДК	(32 - 128)	1 - 1,5 ПДК	Сил. (~50%)	Сл.кисл
2						(16-32)		О.сл. (7%)	Сл.кисл
3						(16-32)		О.сл. (9%)	Сл.кисл
4						16 <		О.сл. (<1%)	Сл.щел
5		0,5-1 ПДК				16 <	< 0,5 ПДК	О.сл. (< 1%)	Нейтр.
6			0,5-1 ПДК			16 <		О.сл. (< 1%)	Сл.кисл
7						16<		О.сл. (< 1%)	Сл.кисл
8						(16-32)		Слаб. (12%)	Сл.щел
9						16 <	> 0,5 ПДК	О.сл. (7%)	Сл.кисл
10						16 <		Сил. (~50%)	Нейтр.

Рис. 33. Легенда к рис. 32.

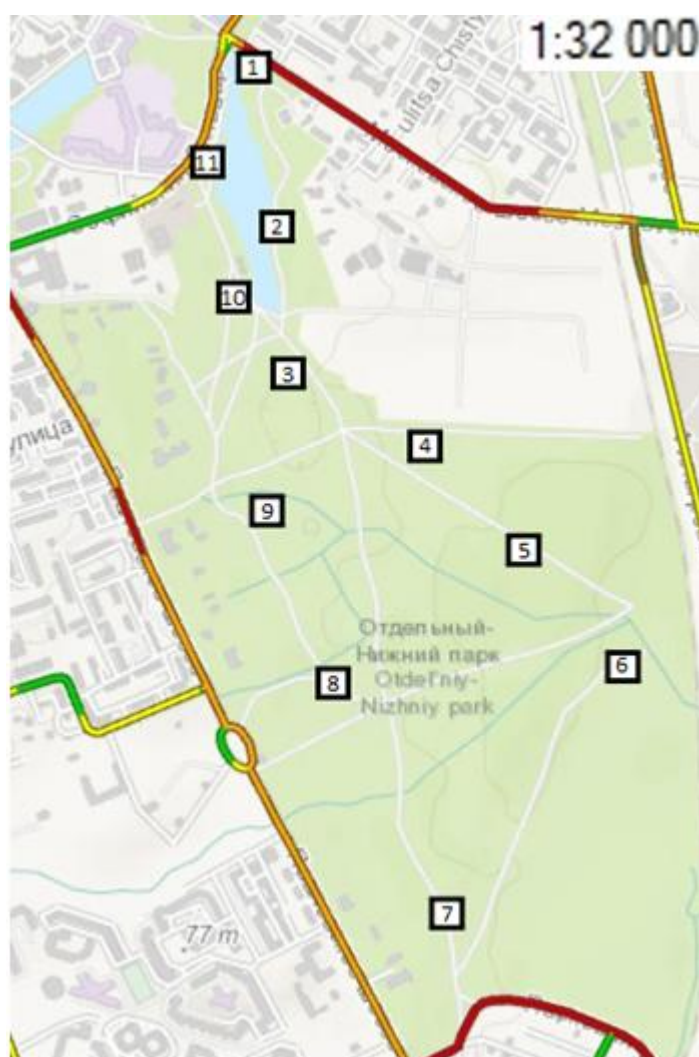


Рис. 34. Схема экологического состояния территории рекреационной зоны города Пушкин, по результатам проведенных исследований. (Зона тах. функциональной нагрузки №№ - 1, 2, 3, 4, 9, 10,11)

№	Mn с.фон	Mn ПДК	Cu ПДК	Zn ПДК	Cd фон	Pb фон	Pb ПДК	Кэф. Zс	SO4-ПДК	ЦЛА	pH
1	> 0,5 ср.фон	0,5- 1 ПДК		0,5-1 ПДК	> 0,5 ср.фон	> 0,5 ср.фон	1,5 -2	(32 - 128)		О.сл(< 10%)	Сл.щ
2	> 0,5 ср.фон	1- 1,5 ПДК			> 0,5 ср.фон	> 0,5 ср.фон	1,5 -2	(32 - 128)		О.сл(< 3%)	Сл.щ
3							0,5 -1	(32 - 128)	0,5- 1	О.сл(< 1%)	Нейтр.
4					> 0,5 ср.фон			16<	0,5- 1	Сп. (24%)	Сл.к.
5								16<	< 0,5	О.сл(< 1%)	Ср.к.
6					> 0,5 ср.фон			16<		О.сл(8%)	Нейтр.
7								16<	0,5- 1	Сп. (29%)	Нейтр.
8							1 - 1,5	16<		О.сл(6%)	Сл.щ
9					> 0,5 ср.фон		1 - 1,5	(16-32)		Сп. (22%)	Нейтр.
10		0,5- 1	0,5- 1		> 0,5 ср.фон		0,5-1	16<	0,5- 1	О.сл(< 1%)	Сл.щ
11			0,5- 1		> 0,5 ср.фон		1,5 -2	(16-32)	0,5- 1	О.сл(< 1%)	Нейтр.

Рис. 35. Легенда к рис. 34.

## **Заключение**

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы.

1. Почвы селитебной зоны МОMetalлострой относятся к почвам с высоким уровнем загрязнения, по величине суммарного коэффициента загрязнения почв. При этом почвы зон рекреационного назначения по суммарному коэффициенту также относятся, к опасным, что характеризует состояние почвенного покрова рекреационной зоны селитебной территории МОMetalлострой, как зону катастрофического состояния окружающей среды.

2. Почвенный покров на территории рекреационной зоны города Колпино по индексу суммарного загрязнения относится к умеренно-опасным. В зоне максимальных функциональных нагрузок выявлен участок с опасным уровнем загрязнения. В целом состояние почвенного покрова, характеризует рекреационную зону города Колпино, как зону неудовлетворительной экологической ситуации

3. Почвенный покров рекреационной зоны города Пушкин, имеет более высокий коэффициент суммарного загрязнения почв, по сравнению с территорией Колпинского парка.

В зоне максимальных функциональных нагрузок выявлено три места с опасным уровнем загрязнения, ещё два участка характеризовались умеренно опасным уровнем загрязнения, что свидетельствует о серьезной антропогенной нагрузке на данную зону. Общее состояние почвенного покрова, характеризует рекреационную зону города Пушкин, как зону с неудовлетворительной экологической ситуацией.

4. Выявлены потенциальные точки осложнения экологической ситуации, в рекреационных зонах городов Колпино и Пушкин.

5. Выявлены места с серьезными нарушениями геосистем, превышениями ПДК, ОДК и фона на территории селитебной зоны МОMetalлострой, свидетельствующие о серьезной нагрузке и неспособности зон рекреационного назначения данных территорий к выполнению своих функций.

## Список литературы и использованных интернет ресурсов.

### Монографии:

- 1) Аммосова Я.М., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Охрана почв от химических загрязнений. Издательство: МГУ, 1989 г. ISBN: 5211012019 96 стр.
- 2) Брицке М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. Методы аналитической химии. М Химия 1982г. 224с.ил
- 3) Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв (Под редакцией Л.А. Воробьевой) - М.: ГЕОС. 2006. - 400 с. ISBN 5-89118-344-7
- 4) Голубев Д.А Сорокин Н.Д. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге. Под редакцией, Голубева Д.А Сорокина Н.Д. .Авторский коллектив: - СПб, ООО «Сезам-принт», 2011. - 108 с.
- 5) Голубев Д.А Сорокин Н.Д. Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге: Аналитический обзор за 25 лет. / Под ред. Д.А.Голубева, Н.Д.Сорокина. – СПб.: ФормаТ, 2004.- 784 с.,.
- 6) Голубев Д.А Сорокин Н.Д. Экологическая обстановка в районах Санкт-Петербурга/Под ред. Д.А.Голубева, Н.Д.Сорокина.-СПб.: ФормаТ, 2003.-720с.
- 7) Добровольский Г.В. Почва, город, экология, под редакцией /Издательство: Фонд За экономическую грамотность, 1997 г. УДК: 631. 453 310 стр.
- 8) Зарина Л. М., Гильдин С. М. Геоэкологический практикум: Учебно–методическое пособие. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. — 60 с.
- 9) Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2003. 204 с.
- 10) Кринари Г.А., Шинкарев А.А., Гиниятуллин К.Г., Мельников Л.В. Пробоотбор и пробоподготовка образцов почв к рентгенографическому фазовому анализу. Методическое пособие - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2007. - 30 с.
- 11) Ладонин Д. В. Соединения тяжелых металлов в почвах - проблемы и методы изучения / Д. В. Ладонин // Почвоведение. - М., 2002. - № 6. - С. 682-692.
- 12) Марченко А.Г., Смоленский В.В.. Геохимия. Методические указания по выполнению лабораторных работ / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2006. 56 с.
- 13) Мосина Л.В. М 81 Основы экотоксикологии: Учебное пособие М.: Изд-во РГАУ - МСХА, 2013. 100 с. ISBN 978-5-9675-0808-0
- 14) Мухин Ю.П. , Кузьмина Т.С. , Баранов В.А. Устойчивое развитие: экологическая оптимизация агро- и урболандшафтов - Изд-во Волгогр. гос. ун-та, 2002, 118 с. ISBN: 5-85534-545-9
- 15) Опекунова М. Г., Биоиндикация загрязнений. Издательство Санкт-Петербургского университета, 2004 г., 266 стр., 5-288-03640-3

- 16) Опекунова М. Г., Арестова И. Ю., Елсукова Е. Ю. Методы физико-химического анализа почв и растений: методические указания. СПб. изд-во С.-Петербург. ун-та, 2002. 68 с.
- 17) Пименова Е.В., Леснов А.Е. Химические методы в агроэкологическом мониторинге почвы. ФГОУ ВПО Пермская ГСХА.- Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО Пермская ГСХА, 2008.- 145 с.
- 18) Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. - Химический анализ почв: Учеб.пособие/ СПб., Издательство С.-Петербургского университета. 1995. 264 с. ISBN 5-288-01019-6
- 19) Семендяева Н. В. А. Н. Мармулев, Н.И. Добротворская Методы исследования почв и почвенного покрова: учеб. пособие/Новосиб. гос. аграр. ун-т, СибНИИЗиХ.- Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2011.-202 с.
- 20) Сорокин Н.Д. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2010 году., – СПб.: Сезам, 2011.- 432с.
- 21) Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2011 году/Под ред. Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. - СПб.: 2012.- 431 с.
- 22) Сорокин Н.Д. Пособие по вопросам изучения загрязненных земель и их санации / Н.Д. Сорокин, Королева Е.Б., Лосева Е.В., Осинцева Н.В.. — СПб., 2012. — 119 с.
- 23) Умбетов А.К., Салыкова А.С. Методы анализов в почвоведении и агрохимии: Учебное пособие - Алматы. 2009. - 226 с. ISBN 978-601-241-167-6
- 24) Шуберт Р. (ред), Вайнерт Э., Ветцель Т. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. М.:1985 350 с. ISBN: 5-03-000016-X

#### **Фондовые материалы:**

- 25) Зубкова П.С. Загрязнение атмосферного воздуха крупных городов. - Hamburg, 2012. – 128 с.

#### **Статьи в сборниках:**

- 26) Бахматова К.А., Матинян Н.Н., Здобин Д.Ю., Горбунова В.С. Санкт-Петербургский Изучение и охрана почвенного покрова — основа сохранения биоразнообразия исторических парков// Материалы научно-практической конференции «Экологические проблемы исторических парков Санкт-Петербурга» 2012.
- 27) Горький А. В., Петрова Е. А. Загрязнение почв Санкт-Петербурга органическими токсикантами // Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2006 году. 2007. С. 360
- 28) Идашкина А.М. Экологическое нормирование в области охраны атмосферного воздуха как инструмент сохранения экологических парков. // Материалы

научно-практической конференции «Экологические проблемы исторических парков Санкт-Петербурга» 2013

- 29) Туполев П. Е. Использование кислотных вытяжек для округления валового содержания тяжелых металлов в почвах / П. Е. Туполев, Н. И. Журавлева // Загрязнение почв и сопредельных сред токсикантами промышленного и сельскохозяйственного происхождения. - М.: Гидрометиздат, 1987. - С. 89-98.

#### **Статьи в журналах:**

- 30) Пряженникова О.Е. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды.// Вестник Кемеровского государственного университета. 2011. №3. С. 10 - 13.

#### **Ресурсы сети Интернет:**

- 31) <http://docs.cntd.ru/document/1200084712> СП 42.1330.2011 Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (дата обращения: 01.02.2016).
- 32) <http://docs.cntd.ru/document/gost-30772-2001> (ГОСТ 30772-2001). (дата обращения: 07.03.2016).
- 33) <http://docs.cntd.ru/document/822403631> Постановление. О государственной программе Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга» на 2015-2020 годы № 552 30.06.2014 (дата обращения: 18.02.2016).
- 34) <http://www.zemvopros.ru/genplan.php> - Рекреационные зоны. Генеральный план Санкт-Петербурга (дата обращения: 18.02.2016).
- 35) [http://fostu.ucoz.ru/publ/socialno\\_ehkonomicheskie\\_aspekty\\_razvitija\\_gorodov/11](http://fostu.ucoz.ru/publ/socialno_ehkonomicheskie_aspekty_razvitija_gorodov/11) - материалы НПК Социально-экономические аспекты развития малых городов (2011) (дата обращения: 02.05.2016).
- 36) <http://www.rgec.spb.ru/articles/> - материалы и статьи исследований Российского геоэкологического центра (РГЭЦ) (дата обращения: 02.03.2016).
- 37) <http://www.rgis.spb.ru/map/> - Геоинформационная система Санкт-Петербурга (дата обращения: 12.03.2016).
- 38) <http://tours.konstantinpalace.ru/index.php?menu=20&id=144&lng=2> список статей научно-практической конференции «Экологические проблемы исторических парков Санкт-Петербурга» (дата обращения: 20.04.2016).